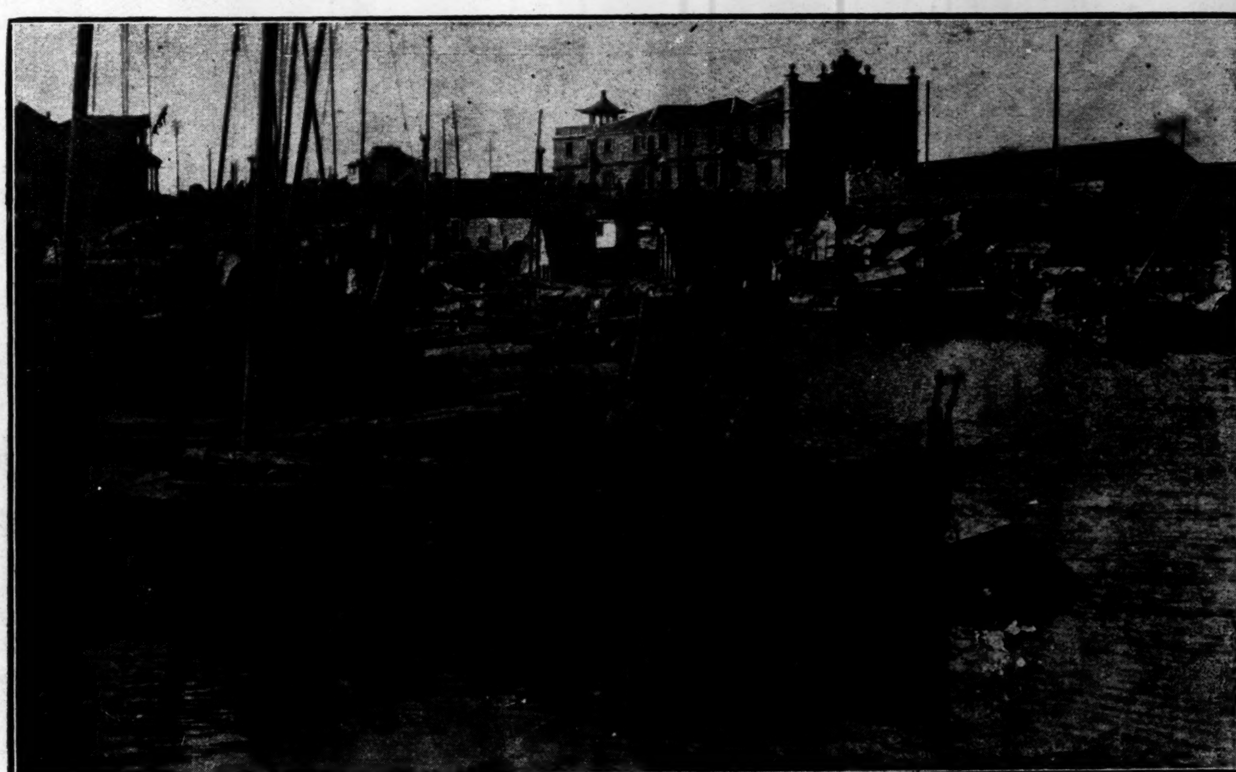
內政部登記證書警字第一二二三號
中華郵政特准掛號認爲新聞紙類

水利

第六卷 第六期



鎮江之運河口

中國水利工程學會發行

中華民國二十三年六月

中國水利工程學會

總幹事通訊處：　杭州浙江水利局
出版委員會通訊處：　國府路梅園新村五號

董事會

李儀祉	西安陝西水利局	李書田	天津華北水利委員會
汪胡楨	南京國府路梅園新村三十號	陳懋解	南京建設委員會
沈百先	鎮江江蘇建設廳	宋希尚	南京揚子江水道整理委員會
張自立	杭州浙江水利局	須愷	南京導淮委員會
孫世輔	蘇州太湖流域水利委員會	周象賢	杭州市政府
彭濟羣	天津華北水利委員會	陳湛恩	南京內政部
張含英	開封黃河水利委員會	許心武	開封黃河水利委員會
徐世大	天津華北水利委員會		

執行部

會長　李儀祉　副會長　李書田　總幹事　張立自

特種委員會

出版委員會	汪胡楨(委員長)	顧世楫	李儀祉	張含英	周鎮倫
職員介紹委員會	須愷(委員長)	孫世輔	宋希尚	李書田	陳懋解
會員委員會	陳湛恩(委員長)	洪紳	陳澤榮	徐世大	蕭開瀛
會所委員會	余籍傳(委員長)	汪幹夫	盧恩緒	林平一	沈百先
基金保管委員會	李儀祉(委員長)	張立自	孫世輔		

機關會員

建設委員會　江蘇建設廳　導淮委員會　華北水利委員會　永定河河務局　中央大學　內政部　太湖流域水利委員會　交通部　唐山工程學院　河北建設廳　浙江建設廳　整理海河委員會　修浚閩江工程局　揚子江水道整理委員會　山東建設廳　陝西建設廳　河北工業學院　浙江水利局　建設委員會模範灌溉管理局　北洋工學院　南京市工務局　北方大港籌備委員會　全國經濟委員會

水利月刊投稿簡章

(一)本刊登載關於水利工程之論著，計劃，研究，實施狀況等文字。撰著或翻譯均所歡迎。文體新舊不拘。引據之處請註出以便閱者。

(二)投寄之稿請依本雜誌行格謄寫爲最好。並請加標點符號。如投稿者，先將題目及大略字數示知，當將稿紙寄奉備用。

(三)如投寄翻譯稿件，請將原文題目著者及其來源詳細示知。倘蒙將原文寄閱尤妥。

(四)文中圖畫，除照相外請用黑色墨水繪製。務求清晰。並須字大綫粗。

(五)稿件揭載與否。不能預告。原稿概不寄還。惟未登載之稿件。得因預先聲明可以檢還。

(六)稿後請註明姓名住址以便通訊。

(七)稿件內容本會得酌量增删之。如有不願者。請先聲明。

(八)稿件請寄交南京國府路梅園新村五號中國水利工程學會出版委員會收。

志願加入中國水利工程學會者注意

本會爲便利志願加入本會者特將本會章程刊印於每期月刊之後封面茲更將入會志願書附印於此凡欲加入本會者請填就寄至杭州浙江水利局本會總幹事張自立君可也

● 中國水利工程學會 ●

入 會 願 書

(姓名)…………………(字)……………茲經

………………兩君介紹願入中國水利工程學會如經正式選決自願遵守會章並協助其進行此致

中國水利工程學會董事會……………………………………

本人簽名(中文名)………………(西文名)…………………

籍貫………省………縣……生於………年……月………日

專門學科…………………………

學位………………年份………………學校…………………

學位………………年份………………學校…………………

永遠通信處…………………………………………………

現在通信處…………………………………………………

國歷…………年…………月…………日

(見後)

任 事 經 驗

年	月	職業履歷			
自	至	地名	機關名稱	職名	主辦事務

著作
…………
…………
…………
…………
…………
…………
…………
…………

號數…………………………董事會通過日期…………………………

級位…………………………通告日期…………………………

水利月刊合訂本發售預約

本月刊發行已滿五卷因內容充實頗爲社會所歡迎惟前數卷歷時已久已無存書對於補購全份者輒無以應付至爲憾事茲正將缺少各期用原版翻印法(即翻印西書法)重印數十份補足全份每部用布面燙金精裝爲四册自一卷一期起至五卷末期止首尾無缺每部連郵費實價洋十五元正不折不扣並以三十部爲限額滿截止欲購者請將款滙至南京國府路梅園新村五號中國水利工程學會出版委員會收准於本月底將書寄奉

水利月刊洋裝合訂本預約通知書

茲向南京國府路梅園新村五號

中國水利工程學會預約水利月刊合訂本自一卷首期起至五卷末期止金字布面洋裝四厚册特滙上大洋十五元正請先塡付收據該書出版後請寄至下列地點

定書人

通訊處　　省　　縣

中華民國二十三年　　月　　日

水利月刊

第六卷　第六期

中華民國二十三年六月

目錄

本刊文責由著者自負

勘查下游三省黃河報告(黃河水利委員會工務處)……406

河底冲刷流速之測驗(何之泰)……424

查勘黃河南岸決口及堤壩報告(陳和甫)……476

渭河上流概況(傅健)……482

鎮蘇段運河整理計畫初步報告(汪胡楨)……487

查勘湖北清江水道報告(王學恕 纂繩武)……494

介紹名著……534

勘查下游三省黃河報告

黃河水利委員會工務處

黃河自孟津以下，河流紆迴曲折遷徙靡常，兩岸大隄有窄僅一二公里者，有寬及十五六公里者，或強爲束制，或遙爲攔約，極參差不一致。迨去年大水奔騰衝激河流形勢益趨敝壞，而豫冀兩省漫決口門都五十餘處，雖已由黃河水災救濟委員會事後堵塞，而堤岸之卑薄者，亟宜加培，埽壩之殘缺者，亟宜修復。本會負治河專責，爲目前規劃善後工程計，並爲他日妥籌治本工程計，經將潼關迤東以迄海口一帶，迭派副總工程師許心武暨主任工程師安立森，工程師蔡振，陸克銘，周承濂，許寶農，劉秉鑽，副工程師鄭耀西，甄雲祥，許懋榕，分途履勘，舉凡豫冀魯三省河流形勢，及南北兩岸隄壩狀況，俱經周歷勘查。茲依據勘查所得，繕具報告如左：

一、河南省

河南省南堤，自廣武保和寨迤東經鄭縣中牟開封陳留縣境至蘭封邊界爲止，長約一百四十公里。河南河務局上南分局轄滎澤汎，鄭上汎，鄭下汎，中牟上汎，中牟中汎，下南分局轄中牟下汎，祥河上汎，祥河下汎，及陳蘭汎。北堤自孟縣遂村迤東經溫縣孟縣武陟原武陽武封邱開封縣境至陳留之西壩頭，（即咸豐五年銅瓦廂決口處）爲止，長約一百七十五公里。上北分局轄孟縣溫縣武陟武滎等汎，下北分局轄原陽陽封開封開陳等汎。每汎所轄工段長短不一，視險工多寡以爲決定。清代屢有改易，民國以來，又已異於從前，茲根據最近狀況言之。

豫省河工隄堰埽壩交互爲用，河水臨隄厢護抵禦，凡隄前有灘之所，多於灘上修築土壩儲存料石，一旦臨河隨時拋護，又以稭埽易朽，減掃增壩，逐漸施行，沿河工段除黑崗口尚有數段稭埽外，其他工段稭埽極少，埽壩各工之高度，均以高出洪水位爲標準。黃河水位詢之老於河工者言，自銅瓦廂改道以來，歷年伏汛期間最大漲落少有超過二公尺之時。去年八月，大水陡漲四公尺，爲從來所僅見，以致沿河壩垛多數漫墊，沙灘壅積幾與水平，殆至水落，壩垛護石間被埋沒河槽刷深寬僅半里，頗爲齊整，似有天然治理之勢，惟以新淤沙灘土性鬆浮，經水衝動逐漸坍塌，而淤墊河內。目前河寬約一、二、三里不等，沙洲滿佈已復散漫，仍在繼續坍塌淤

墊之中。

滎澤口至花園口間隄工逼近大河，該處存有少許老灘，純係流沙，堤身亦爲沙質，隨風吹動高低隴伏殘破不堪，原有土壩數道，現以臨河于迎水一面護石抵禦，頗爲得力，岸上存石寥寥無幾，加以去年上游鐵橋抛石護磯大溜過橋後，似有南趨之勢，亟應趕運料石，以備搶護。

鄭縣大堤，故多險工，今已平緩，惟光緒十三年鄭工決口處，隄外深潭依然存在，祗憑一縷單堤以爲防護。堤內新灘土質疏鬆，一遇大溜淘刷，立可逼近隄根。

中牟上汛楊橋口以下一段，臨河險工甚爲吃緊，堤身卑矮。去年大水時，僅高出水面一二尺，亟應加高，以免漫溢，中汛二三堡正臨大溜堤外，地勢低窪，一線單堤尤爲危險，舊有圈堤一道，據云已由官產處賣出，似應囘收，重加修補。下汛二堡原爲險工大堤，純係沙質。民國十八年九月二十四日，大溜南折坍陷不已，距大隄僅四五尺，幸賴當時盡力搶護，未致意外。至十九年九月，始將此處培修完整。三四年來未生大險，現時河距隄遠，新灘甚高，惟土質鬆沙，易于塌卸，仍應隨時注意。

開封黑崗口堤工，東西長十餘里，屬祥河上下兩汛，據開封省城之上游，明季李自成曾決此以灌開封大隄，向內環抱成一弧形，隄外爲多年水塘，水深一二尺至十餘尺不等。終年不涸，水面較河水低下丈許，倘有潰決，直注省城，歷代視爲險工。有清一代，工款充裕寬籌料石廂築埽壩沿堤外緣，幾無罅隙。民國多故，河工廢弛。去年大水，全河告警，賴有舊存石料，盡力搶護，未致潰溢。河勢變化無常，上提下坐，已由祥河上汛十九堡移至祥河下汛三堡。二十二年十二月三日，三堡二壩大溜頂衝，壩前護石坍墊十餘丈，目下河溜由此趨向東北，工存料石現已無多，亟應即時趕運，以免汛期束手，水塘之南，原有越堤一道，年久失修，殘破異常，業經官產處出售。民國二十年夏季，塘水外溢，全城驚恐，二十一年由河南河務局擬具計劃，請國民政府水災救濟委員會撥助賑麥二百噸，河南省政府撥洋三萬元，大加修補，比較大堤仍低丈餘，似應加高培厚，以爲省城之重障。

黑崗口以東至柳園口附近，民國十六年臨河，十七年曾數次搶險，堤外尙有少許老灘，即于灘崖廂築埽壩，現在亦不臨河，迤西土壩建有機房一座，內裝汽油機，抽水機各二，由此吸水灌溉堤外民田，係於民國十七年設置，惟溜勢時有變遷，應用之時甚少。堤上堆積大批鐵管，大堤

內外各建水池，擬用虹吸管引水下通惠濟河，以灌民田，爲建設廳所築，目下堤內進水池已爲泥沙淤平，河去隄遠，能否引水，已屬疑問。

自柳園口至蘭封之三義寨，工長九十餘里，隄身高約四五尺，土質疏鬆，因係背工地段久經失修，致因風雨侵刷，水溝土坎觸處皆是，並爲載重大車往來輾軋，橫過隄身壓成深槽，亦有地段毗連，沙崗隴伏不平，或被村民剷削隄唇，從事耕種，甚至戰時濠溝依然存在，殘破不堪，靡復隄形。隄內老灘高出隄外地面一二三丈不等，若逢盛漲漫灘，則勢若建瓴，極爲危險。現在大河頻北岸東注老崖，距南隄由二三里至十餘里不等。去年大水時，老崖雖間有漫流，幸距隄尙有里許，未致漫溢。

三義寨附近之夾河灘村一帶，原有石壩三座，第一壩爲人字壩，人字壩上首原有石垛二個，一二壩間原有石垛四個，二三壩間原有石垛兩個，距河百十餘丈大河多年未曾近沿。十九年七月三十日，河流陡變，水勢南圈，嫩灘日見塌卸。截至八月一日，第三壩方始着河，當用存磚拋護，未致意外。現以逐年衝刷，復經去年空前大水，第二第三兩壩及各石垛已無形跡，人字壩亦被衝塌二十餘丈，迤下多年之老灘，塌去寬四十餘丈長五百餘丈。大溜緊靠灘崖，形成大灣，黃河故道正與此灣衔接，大有傾入故道之勢。

由此過大沙堆，地勢漸低，至黃河故道去年決口處，尙存甚大深塘口門業已堵塞此處。自咸豐五年，銅瓦廂改道後，故道淤墊，爲防南溢起見，築有南北堤一道，(名小新堤)因地質多沙，歷經風雨剝削，堤身頗已殘壞，南端已成缺口。民國二十年，河水曾由此溢出，當經勘估，請由國民政府水災救濟委員會撥助賑麥一百噸，由河南河務局修築。去年大水，復被漫溢，致成決口長約百丈，旋即挂淤斷流水塘之內，口門前後先用蔴袋實土堆砌土埂兩行，然後分格填土，擠出積水，再堆沙土築成堤形，並於外緣包淤附近堤工亦加整理，本擬加修石工，現時尙未着手。又大河自西而東，由此折向正北至東壩頭，復折向西北成一兜灣，新堵口門，正當頂衝，土質疏鬆，斷難抵禦。夾河灘村壩垛應即修復，或並添築石壩挑溜北行平緩水勢以紓隱患。

考城民埝，在考城縣西八里許，實則尙在蘭封境內，南起袁寨舊隄，北迄范莊，與河北境大堤相衔接，長五里許，向由考城縣政府僱工巡守。清光緒二十年六月間，曾被衝決，經請款堵塞，就口門西面

修築月堤一道，祇以土質鬆浮，不能持久。去年伏汎，此處堤身已現險象，未及培修。殆至八月十日，水位突高丈餘，遂致潰決，勢甚洶湧，口門逐漸擴大至三百公尺，旋即挂淤斷流，然水塘尙深八公尺，原擬用埽廂做兩行，中間塡土，復以需款過鉅，改由隄外另築新堤，南起郭營舊堤，北至口門以北民埝止，工長二千二百二十三公尺，堤高四公尺，頂寬八公尺，內外坡均爲一比三，堤身用土堆築，外包淤土一公尺。民埝北端。堤身單薄，長約一千二百公尺，一並加寬四公尺，坦坡爲一比二、五，現已竣工。

豫省北隄，起於孟縣西南曹坡村至溫縣張莊，約三十七公里。其在孟縣者長十五公里，堤頂寬平均三丈左右，曹坡村之大王廟附近最寬約四丈，海頭附近最窄約二丈零，堤頂高出堤外平地三四尺至一丈內外不等，大體與去年洪水位相平，間段高出二三尺亦或不及，如賈營至善莊間，多築有子堰，但往往就堤取土，甚爲不當。自隄頭至東化工均有石壩埽護岸尙完整，東化工以東，隄外灘地漸寬，間有串溝逼近堤根，甚足爲患。溫縣界迤東至善莊十里間，去年八月漫潰十八處，口門寬四五十公尺不等，最寬者一道百餘公尺，潰水挾漭河東行至張莊以下，原以地勢略高，隄遂中斷。間有卑矮民堰，已被洪水蕩平，由此倒漾之水與上游潰水連成一片，月餘始消，決口現已堵塞。

由小賈堡至解封約十一公里，隄身尙高厚完整，並有石壩埽護岸亦尙完整。解封以下至沁河口約四公里，係民堰，較官隄稍卑薄。

沁河下游黃河大隄上接沁河東隄，隄高十五六尺至二十餘尺不等，頂寬二十五尺左右，隄身堅實整齊。其附近沁河一段，長約五里，頂高二十六七尺，客秋黃沁同時暴漲，水已漫溢隄頂，此緣沁河河口淤澱宣洩不暢，下注之水，受黃流頂托所致，迤東至平漢路橋，正隄高祇十七八尺，其南另有月隄一道，頂寬與正隄相若，而高逾正隄丈餘，河流經此，旁受沁水來源，南被邙麓遏阻，大溜即折向北行，逼近北岸。去年洪水位祇距隄頂尺餘，設有疏虞，隄北形勢低窪，橫流即可奪漳衛趨津沽，故此段隄防，爲豫境北岸最重要者。平漢路以東各隄高均一丈六七尺，隄身除馬營滎澤兩月隄外，頗多剝蝕，姚村夾隄一帶農民，且在隄上耕種，惟河面至此展寬，水流弛緩，隄距河邊達十六七里之遙，故去年最高洪水祇高隄根三尺，其險夷情形，與上段迴別。

在廣武西界至原武黃莊一段，正隄之

南尙有月隄，隄身卑薄坦直，黃莊至胡村舖一段，高二丈七八尺至三十尺不等，隄身寬厚，而多彎曲。自胡村舖起，隄由東南折東北行至原武之柳園迤東，隄高逾三十尺，溝窩甚多，頗欠完整。隄南土壩鱗次櫛比，其頂窄者二丈，寬者七丈，顯係當年臨河要工，但今昔情形迥殊，全汎隄防距河近者十二三里，遠者十七八里。去年最大洪水祗原武城以西一帶低窪灘地，曾被漫淹至隄根爲止，灘內村莊密佈，土壤肥沃，西隄外之地，因較灘地低一二丈，水無所洩，多成斥鹵。

陽武及封邱兩縣境內大堤，無臨河險工，安莊至王莊一段，距河最近約三四里，其餘自八九里至十四五里不等。全境堤身頗多毀壞，尤以張莊至三里莊間二十五里爲最甚，惟荊隆工寨往東，隄身坦直完整，頂寬五六丈，爲北岸各段冠。

開封北岸大隄，在陳橋迤東，北倚卑窪水塘，南當大溜頂衝。去年大水時，開封北汎十九堡各壩垛多被沖毀，現雖經河南河務局修復，但壩身不大，鑲石太少，恐難持久，二十堡隄身卑薄，幸賴南坡灘地之上，滿植柳樹，免爲急溜嚙蝕。但去年大水已逾隄頂，應及早培修，以策萬全，開陳北汎頭堡以下，漸生高灘，距河較遠，洪水不致逼近隄身，惟隄北地勢低窪，西壩頭以北無大隄，去年洪水即由此泛濫倒灌數十里，平地淤高三四尺，良田盡成瘠土，西壩頭與河北省北岸大隄之間應接，築大隄連成一氣。

二、河北省

河北省南隄，自豫冀交界之婁寨東北行經長垣東明濮陽縣境，至冀魯交界之劉莊止，工長六十餘公里，婁寨至謝寨爲南一段，謝寨至蔡寨爲南二段，蔡寨至冷寨爲南三段，冷寨至劉莊爲南四段，段各設辦公處，轄工長十餘公里，南一段最長，轄二十餘公里，置十餘堡或二十餘堡不等，北隄自長垣大車集接築舊太行隄經河南滑縣，河北濮陽，山東濮縣至耿密城爲止，工長九十二公里餘，自大車集至長垣滑縣交界之高桑園爲北一段，自此入滑縣境，河南省築隄一段，名老安隄，長八公里，自老安隄北端之後小渠集至西魏司馬爲北二段，自西魏司馬至馬屯爲北三段，自馬屯至冀魯交界之耿密城爲北四段，其中梨園附近隄工一公里餘，屬濮縣，亦歸河北修防，各段轄工長六公里至三四十公里不等，在豫冀之交隄間距寬至二十五公里，至謝寨以下，始漸縮至十公里左右，當銅瓦廂決口之時，方值軍興未遑善後己而北道南道之議，頗起爭執，旣未塞決，亦不築堤，地方人民乃憑水築堰遙爲攔約藉

以保護農田，今猶仍其舊狀也。

南隄往昔僅郭寨至劉莊一段，工長六十二里，郭寨以上至豫冀交界之一段，原係民堰，乃山東曹屬八縣所築，俗稱山東隄，修守之事，向由山東任之，嗣因地屬河北，於民國十二年，由冀魯兩省商定每年工程費各担半數，計洋九千餘元。十三年兩省攤款加修一次，嗣後山東即未攤款，以患在魯境，河北方面亦置之不問，累年失修，遂殘破不整矣。十七年改歸河北河務局，現屬南一段管轄，隄面尚寬，樹株亦茂，惟隄頂卑矮殘缺，設遇暴漲漫灘，雖屬背工，亦殊危險，故隄身有整理必要，至南三段雙井村以下十三堡至十五堡一帶，隄身卑矮，去歲盛漲時，隄頂漫水勢甚危急，經竭力搶護，僅免出險。

長垣南岸決口在二分莊潰決，原因由於隄旁串溝吸溜，上年洪水暴漲，衝激愈猛，遂致潰隄，橫流經由東明及魯省菏澤，鄆城，鉅野，嘉祥諸縣境，入昭陽湖，一月後挂淤斷流，經於口門之外，加修圈隄一道，長三〇八七公尺，築成以後，因隄址泥土，飽涵水分一部分即告蟄陷，復加土培築，至原定高度。

二分莊迤東，至劉莊隄工情形，尚屬良好，並無臨河險工，惟劉莊及魯境朱口一帶衝要，以河流自西北而來。折向東北，正當頂衝，形勢險惡，南岸險工，以是為最，目前有埽工二十餘座，石壩磚壩各四座，築壩地段長約一公里，正溜捜邊淘刷，第七壩最當衝要，尤為緊急，一有險失，則以上磚壩勢必相繼坍卸，亟宜在上游灘地開鑿引河，將大溜引向中泓，方能殺險。

北隄起自大車集，銜接太行堤，（明弘治間，劉大夏築太行堤，西起太行山麓，東迄徐州，以為北岸重障，使河不得北趨病運，銅瓦廂決口，潰水衝斷太行堤，趨大清河入海。）豫省北隄終端之西壩頭，在其西南相距可三十里，其間無隄。去年洪水，由此倒漾，迴注北隄之北，與太行堤之南一帶農田，均被漫淹，且太行堤久已廢棄，缺口甚多，漫水因之越太行堤而北，長垣亦被波及，損失甚重，此段亟應築隄聯接，俾兩省隄防連成一氣。

自大車集東北，至石頭莊五十里間，北隄因高度不足，去年洪水時到處漫溢，決口多至三十處，事後除石頭莊第三十口門外，皆已挂淤斷流，先後堵塞。惟土質不佳，黏土成分甚少，土工做法亦甚草率，並未層土層硪，亦無從取土包淤，祇有以後併歸善後工程，另求補救之法，香亭附近，因洪水漫淹，隄內外皆巳淤高一丈左右不等，與隄頂相齊，僅恃隄坡柳樹，

辨得隄綫所在，二十九號口門係以柳枝編籬，上蓋土方，似較穩固，沿隄五十里間，隄頂外沿極多殘缺，或已毀去一半率在隄內，據聞洪水皆漫溢後遺留嚙蝕痕跡，此段堤工之修復，在善後工程中，最爲切要也。

長垣北岸淤積土層，黏土成分不及南岸二分莊，而北岸第一口門至第二十九口門，土質亦依次轉劣，淤積層亦益厚，可知當時水勢大溜趨向北岸，而香亭石頭莊一帶，尤爲水勢所集中。

石頭莊口門爲長垣北岸第三十決口。聞去年八月初，被盜決未及堵復，而洪水大至，遂於十一日成不可抵禦之勢，口門漸冲漸闊，據本會去年九月間派員測量結果，寬三百二十五公尺，中泓水深六公尺餘，水面流速每秒約二公尺，越口水量約佔全流三分之二，以後且益深益急，至於完全奪溜，由此經滑縣濮陽入山東境，循金堤之南，經濮陽，范縣，壽張，陽穀，至陶城埠，仍歸正河三百六十里間，儼然成改道之局勢矣。

石頭莊決口口門深廣，水流迅疾，就地堵塞，施工匪易，乃於石頭莊之南馮樓灘崖着手，馮樓左近，當時水漫灘地，歧爲四口，其第一口第二口第四口均用挂淤法堵塞，法先簽訂木樁，上聯橫木，掛以柳枝，黃水遇此力散勢消含沙澱積，遂致斷流，其第三口門寬三百十公尺，當時水尚較淺，正待用同法堵築，因主事者主張不甚一致，稍衍時日，其後水流集中第三口門，口門跌塘愈刷愈深，當勘查時，聞達十餘公尺，沉船一艘，僅露桅梢，經於上游灘地開鑿引河數道，挑溜歸入正槽，以分其勢，並由兩岸展築柳壩，並用磚籠石塊層層壓緊，不使浮動，西壩先成，東壩開工較遲，進展較難，爲防止凌塊急流衝激受損，乃加用出號大樁，簽入河底，東夾壩身，藉資抵禦，仍因凌汎湧注，猛力衝激，致中泓樁工一部折壞，留全門二十餘公尺。三月十七日下午搶堵合龍，只餘石頭莊一帶堤工，尙待修復。

由石頭莊東北至高桑園，沿隄柳樹成行，根株盤結，惟滑縣老安隄殊嫌單薄，又未種樹種草，維護堤身，勢甚危險，自小渠集迄壩頭鎮，隄身均尙高厚，樹木亦甚茂密，自壩頭鎮之東隄名老壩頭，寬厚異於他處堤工。乃民國四年，濮工合龍處，先是二年河決濮陽習城寨，北京政府派徐世光督辦，堵塞廂埽進占，三年旣塞復決，四年復堵合之，並將大隄培厚，大隄之後又築圈隄一道，大隄圈隄之間則築格隄，前後用款三百萬元，工竣後工人聚族而居，遂成市集。是爲壩頭鎮河北河務局

公用房屋，亦濮工餘款所建。

老壩頭盡頭處，適當黃河坐灣，有轉壩多座，磚壩築法以磚塊叠成壩身，其上覆以磚籠，壩身上下並以鉛絲網絡之，又以鉛絲纜繫結於堤邊木樁，萬一大溜淘刷，壩底基礎空虛，則寬放鉛絲纜，俾磚籠隨之沉下護壩，即所以護隄也。因有網絡可免坍陷，南岸劉莊亦同此製，聞試行結果甚爲著效，此地距產石之地甚遠，運石濟用價格奇昂，且緩不濟急代以磚塊，採買旣便，價格亦廉。昔栗恭勤嘗謂一方之磚，僅及石價之半，而功用倍之，蓋以石方多隙，磚乃實體，惟質料較輕是其缺點。磚壩形式甚多，如何審擇去取亦大可研究之問題也。附近有涵洞多處，原冀於黃水盛漲時引水以灌淤，因慮掣溜從未啓用，且以蔴袋緊塞口門，過分持愼，殊不必要。

自壩頭鎮以下，北隄除老壩頭外，河流距隄甚遠，並無臨河險工。去年洪水漫灘間及隄趾，水不甚深，如非上游決口，水位高度應不止此，官守隄線至冀魯交界之耿密城爲止，以下則爲山東民堰，官守金堤距民堰尙遙遠也。

三、山東省

山東省南岸自菏澤朱口迤東，經鄄城，范縣，鄆城，壽張，陽穀縣境暫止於壽張十里堡，工長一百十五公里，其中雙合嶺至董莊一段十餘公里屬河北境，劃歸山東修防。十里堡以下，河流經行東平，東阿，肥城，平陰縣，以南岸接近山麓無隄，再起於長淸宋家橋，經歷城，章邱，濟陽，齊東，淸城，濱縣，蒲台縣境，至利津寗海莊爲止，工長二百二十公里。北堤自濮陽高堤口迤東，經冠縣，范縣，壽張，陽穀縣境，至東阿陶城埠是爲金堤。再自陶城埠經平陰，肥城，長淸，歷城，濟陽，惠民，濱縣，至利津鹽窩村爲止，工長四百十五公里。山東河務局仍按從前上游中游下游地段，劃分第一第二第三總段，總段轄兩岸分段，分段轄工汎及防汎，玆列之如次；

第一總段　設十里堡

南岸第一分段	設董莊轄朱口至十里堡分工汎二防汎四
北岸第一分段	設范縣轄高堤口至東阿張秋鎭分防汎二

第二總段　設濟南

南岸第二分段	設歷城小晉莊轄宋家橋至田家拐子分工汎一防汎二
北岸第二分段	設長淸官莊轄張秋鎭至長淸韓二莊分工汎一防汎三
北岸第三分段	設齊河轄韓二莊至歷城鵲山分工汎二防汎三
北岸第四分段	設濟陽東關轄鵲山至濟陽桑家渡分工汎二防汎三

第三總段　設惠民淸河鎭

南岸第三分段	設濱縣蝎子灣轄田家拐子至蒲台董家分工汎一防汎三
南岸等四分段	設蒲台王旺莊轄董家至寗海莊分工汎二防汎三
北岸第五分段	設惠民歸仁鎭轄桑家渡至濱縣張肖堂分工汎二防汎三

北岸第六分段 設利津宮家壩堂轄張肖堂至鹽窩村

鄄城南隄北距高隄口金隄可三十五公里，至黃花寺隄間距漸縮至十二公里左右，十里舖隄間距七八公里。隄間地面廖廓而土地肥沃，故居民又臨河築堰，以衛農田。兩堰相距四公里至六公里不等，或堰內更築一堰，甚欠規律，十里堡以下，兩岸亦有堰，相距才一公里許。至陶城埠爲止，齊河縣城以東，堤距逼窄異常，亦僅一公里左右，夾岸壩埽相續，藉資障禦，津浦路橋以下，隄距稍寬，而南隄多灣曲，易因坐灣生險，利津以下，隄距最窄，幾不足一公里，無故溢決，尤頻甯海鹽窩以下，尙有民埝，甚卑薄，亦極無規律，水發輙潰，蓋自黃河由利津入海以來，不過八十年，入海之道屢易，民力固不足爲久遠之謀，抑亦不必爲之也。

朱口居劉莊險工下游河流自劉莊折向東北，低水位時期，朱口隄內尙露灘地，若逢盛漲則搜根淘刷，該處險工頓行緊急，此段工長三百丈，有壩七道，如全工改用石護岸，較爲安全，自朱口至董莊堤工俱欠高厚，亟應加培。

董莊河流形勢來自西南，經過險工折向正北成一大灣，李升屯正當頂衝。民國十四年，李升屯民堰決口，潰水泛濫，於大隄之北與民堰之南，東注黃花寺，流入正河，比因李升屯決口，久不能合，來源傾瀉，厥勢甚猛，於是黃花寺堤工亦潰決十餘里，橫流經山東運河諸湖入江蘇境。十五年兩處決口先後堵塞，自朱莊至黃花寺間，當時以舊堤附近積水甚深，不可施工，乃越出舊隄，另築新堤堵合決口，長可二十里，江蘇並協助工款二十萬元，故有江蘇堤之稱，第以工款不足，新築堤工甚形卑薄，難禦洪流。去年大溜雖從石頭莊北趨金堤南岸初非險要，然洪水且越民堰從舊堤斷處侵及新隄，黃花寺合龍處，隄身發現橫裂，甚爲危險。蓋堤下舊埽，久經腐蝕，侵水以後，不無變化，故隄身隨之墊陷破裂也。勘查時新舊堤之間，積水甚多，迄猶未退，此段堤工，殊有加培必要。董莊至朱莊一段大隄約七十公里，除鄭營附近外，均尙高厚堅固，土質極佳，樹木亦甚茂密。

由黃花寺東至雷口，河流自北來折向東去，雷口當坐灣之處，有丁壩十餘座，以資捍禦。再東至十里堡南堤，至是告一段落，然猶接築民埝二十餘里，至陶城埠對岸之楊閘爲止，甚卑薄，且土質疏鬆，不可禦水。去年洪水，自石頭莊越北隄循金堤之南東行，故自小龐莊至十里堡，正流微弱，幾至不流。十里堡以東，至齊河縣宋家橋無隄，宋家橋至洛口一段隄工甚完

整，河身既窄，溜勢自猛，沿堤臨河險工極多，壩埽護沿皆用石叠砌，甚爲堅固修整。洛口以下，至胡家岸間約七十里，隄身屈曲，屢週兜灣，雖有護岸石工，未爲萬全。此地密邇省會，防護宜周。隄南臥牛山至吳家寨間，故有舊隄一道，今已斷續不完，如加修整，可爲重障。王家梨行有山東建設廳虹吸管一座，用以吸水淤田也。管線以稍短，致進水口接近堤身，鑿池取水，一經淤墊，則失其效，實則低水位時，不宜取水，以致減弱河流也。隄外給水排水各渠，尚未興闢。

自胡家岸至北趙家約百里，並無臨河險工，隄身亦高厚，隄頂高出洪水位約一公尺。長福鎮之北灘崖有齊東舊城，光緒二十四年，城崩陷入河，今可見者，祇南城一小部份，河崖尚遺有磚塊瓦礫甚夥，魁星樓拱門高出地面僅五尺，可知平地淤高，應不下一丈也。北趙家河灘原亦甚寬，近年溜勢南趨，漸成頂衝，灘地猛削，山東河務局建有柴土丁壩五座，下脚均拋石塊，以資捍護。去年大水低於堤頂約二公尺，現在雖係險工，可望無虞。

北趙家以下，河身復漸北移，沿隄並無險工，約七十里至轍子灣大溜逼近南岸，又爲險工所在，此地俱用埽工護岸，以距產石之處太遠，運費過昂，石工建築所費不貲，益東抵道旭，大溜斜射沿堤，築有稭埽工及柳箔，柳箔做法先於外沿簽訂木樁，而以柳枝編籬附著樁身，其裏面舖疊柳束，實以泥土，樁脚拋壓碎石，沿河柳株極多，就地取材，最爲廉省，道旭迤東至西馮家東馮家，隄身坐灣，正當頂衝，沿堤二千公尺，均做埽工，兼拋碎石護岸。三十餘年前，河流緊逼北岸，故淩棗樹薪王莊等村莊皆在南岸，自溜勢南徙，西馮家東馮家以迄王旺莊皆憑險要。再東至圈里董家護灘寬達五百公尺，原非險工，近因河流南趨，河灘逐漸坍塌，爲固堤身計，似應作護岸工程，以爲預防。再東至閆家隄，皆齊整均屬平工。閆家以東，至甯海莊，未爲民埝，近年改歸官守，去年大水冲毀之處甚多，督勘時此段堤工皆已新修，頂寬尚合度，堤坡仍嫌過陡，惟卞家莊王家院二小段尚未修竣。張莊至甯海莊一段長五里，堤身卑矮單薄，頂寬僅二公尺左右，亟應加培。甯海以東，村民仍屢築民堰禦水，然益趨卑矮矣。

冀省北堤，終於耿密城，而山東北隄，則起自高隄口，一在西南，一在東北，相距約三十公里。濮縣縣城處大隄民埝之間，濟南至此，向時逐日有長途汽車往返，自石頭莊決口，洪水奔注而下，濮縣縣城三面環水，交通績阻，濮縣縣政府，遂

遷於高堤口以東五公里葛樓附近之古雲集，長途汽車亦止於是。葛樓以東至范縣，水面較仄，范縣至壽張一段，水面驟寬，有達二三十里者，舉目遙矚，茫無際涯，樹林村落，皆在水中。過張秋鎮後，水勢又稍狹仄，然金堤民埝之間，一片汪洋，此輩災民雖得急賑，然已感杯水車薪，不獲一飽，而田地漂沒水中，春麥無由下種，來日大難不堪設想，沿堤子埝頗多，如濮縣之高隄口至葛樓一段長十里，范縣之西倉至仲子廟一段長四里，鄆城之門虎店至竹隄口一段長二十二里，壽張之護城隄子埝長八里，以上各段子埝，高一尺至四尺不等，頂寬二尺三尺不等。至東阿縣境之子埝，則或斷成續，量其高下臨時搶築。自范縣以上之姬樓起，至陶城埠一百三四十里間，爲金隄最危急之部份，近隄地勢本較低窪，平時水走正槽，即使漫漲，苟民堰不潰決不能達金堤。自石頭莊決口，潰水奔騰東瀉，因就下之勢大溜俱迫近隄根，隄身既嫌卑薄，臨水一面又無護岸工程，故防守爲尤難。

往昔海運未通，僅恃一線運河以通漕運。張秋鎮在陶城埠之西三十里，鎮東有運河故道口門。清光緒二十二年，於金隄建閘，規定每年九月一日，啓閘洩夾灘之水入北運河，但閘已無存，閘閘在隄外，今已圮毁沒淤泥中，陶城埠運道亦已淤塞，閘尙存在，工程極堅實。以北並有二閘三閘，張秋鎮運道廢，乃改關此道，然淤廢亦三十年矣。

長垣潰水在陶城埠附近，分四路歸入正河，其上游三路，業早斷流。陶城埠入河口門廣約六百公尺，下有沙灘露出水面，足爲排除積水之障礙。石頭莊口門堵塞以後，此處宜浚濬暢通，俾積水早涸，免誤春耕。

自陶城埠東至王廳一百二十餘里間，隄尙高厚完整，土質亦佳。去年大水，隄頂猶高出水面一公尺以上。王廳以東至司里莊，河流灣曲，大隄逼近河邊，其北本另有大隄一道，直至利津縣境之大馬家，今已圮廢，有處且已無遺跡可尋。官莊程官莊司里莊一帶，險工林立，隄頂高度與去年洪水位平，間有低於洪水位者。自司里莊至齊河縣城，隄岸險工雖較少，而隄頂高度殊感不足，俱宜加高培厚。齊河城東至北洛口四十里間，去年大水，隄頂俱高出水面，足敷禦水，此段以隄距極狹，臨河險工連續不絕，石砌壩埽護沿各工均甚堅固完整，頗爲壯觀。又自陶城埠至洛口間，因寬度縮減，河槽較深，帆船往來甚衆，頗有航運之利，可知河槽固無取太闊，闊且易致於淺，因而抬高水位，或散

漫而無所歸束。

濟陽縣城在北隄之外，護城石岸石壩極爲堅整，石岸長二里許，以米漿和灰嵌縫，故迄今不稍損壞。惟現在溜勢切近南岸，此種建築巳失效用，若河水盛漲漫灘或流內轉變，猶資抵禦。

楡林鎭在齊東舊城北岸有石壩七座，雖當坐灣，並無特殊險象，其下游五十里，爲淸河鎭，河流自西南來，折向東南遂當頂衝最爲吃緊。

再東至蒲台縣城，城東北爲北鎭，鎭南有石岸石壩五座，均用米漿和灰嵌縫，隄坡壁立，與濟陽石工同一結構，頗似蘇浙海塘之制。三十餘年前，此間尙是臨河險工，而蒲台縣城，當時係在南岸，自後河身南徙，石壩遂成廢物。蒲台之東十餘里至欒園，從前亦爲臨河險工，壩址猶一一可尋，河流今巳南趨王旺莊，而淩棗樹新王莊及山岔鎭等處於是均在北岸，然麥田一片，黃河故槽，巳無遺跡可尋。

欒園迤東二十餘里至宮家壩，民國十年決口處，事後於口門之外，挑挖引河，另建丁壩挑溜，以分其勢，俾潰口水流漸弱，然後築壩塞決。工成之後，即以引河爲正河，並以引河挖出之土另築北岸新堤，因土無所用，故甚高厚，今巳改守新堤，而舊堤漸圮廢矣。

此項工程，係上海美商亞洲建築公司承辦，用費一百五十萬元，外人承辦黃河堵口工程自此始，老堤新堤相接處爲溜勢所趨向，沿堤築有石壩垛及稭埽等工。

迤東十餘里爲利津縣城，切近大堤之北，臨河復有土堤一道，卑矮單薄，係村民所築，兩堤相距二里許，縣城四門昔皆東向形如鳳凰，巳崩陷入河，今城乃新築者也。

縣城東北十餘里之扈家灘，於民國十八年二月爲淩汛沖決，估計工費十一萬九千元。十九年四月中以財政奇絀，祇籌得半數，而時屆立夏，堵口工程不容再緩，在事人員，即於五月一日自濟南首途，決口經伏汛淩汛長期淘刷，由四十餘丈漸寬至二百十餘丈，衝成深溝二道，第一溝寬十丈五尺，第二溝寬十四丈七尺，第二溝又歧出二支，一寬六丈，一寬七丈，二支溝十四日先後堵合，第二溝十七日堵合，第一溝則於二十四日堵合。蓋自動工以後，歷二十日而全工告竣也，用費七萬一千元，現在河流雖趨北岸，隄身尙屬穩固。

魯省北岸官堤，東止於鹽窩，自利津城西之大馬家起，至鹽窩止五十里間，隄身頗嫌卑薄，或甚殘毀，俱須澈底整理。鹽窩以東，河流本折向正北，民國十八九年間，東岸被匪盜決，遂改向東流，迄今舊

道淤墊，不復通流，惟大水之年，盛漲漫灘，則一片汪洋，且河流因被潮流遏阻，含沙沈澱，淤墊甚速。自清咸豐五年，黃河由利津入海以來，固已屢次改道，則今日所由之途，亦未可期之久遠，將來施行整理，河口工程必須詳細測勘審慎，擇定一永久入海水道。

四、附言

黃河工程，有防河，有治河前者屬於治標，以維持現狀期其不爲患爲已足。後者屬於治本，以尾閭通暢，河槽深直，水量有屯蓄調節，以興航運灌溉與水電工業之利，爲其最終之目的。吾國從前防河之事甚備，而少能銳意於治河，今並防河之事亦不具矣。大致防河之事有十；一、修隄防，二、廂埽，三、築磚石壩垜，四、守灘，五、堵串溝，六、引河殺險，七、減河洩漲，八、放淤，九、灌水戧，十、種樹草。今各省所通行者，修築堤防埽壩，與種樹而已。而行之且不必皆已周洽妥善，故河益壞，害亦益著。去年河暴漲，決數十處，淹數十縣，非可諉爲天災，亦緣人事未甚盡力也。茲値籌劃善後振作修防之時，凡舊日方法，深有合於科學原理，而行之已著效者，固不妨採而行之，至於治本方案，規劃需時，努力有待，則非旦夕所可期矣。茲於勘查之餘，輒因觀感所及，略存數則於後，用備參考。

一、豫冀魯三省河務機關組織系統，及工段劃分辦法甚不一致，例如河南河務局隸屬於省政府，近且歸建設廳指導監督，而局長則由荐任改爲簡任。河北河務局隸屬於建設廳，局長荐任。山東河務局隸屬於省政府簡任，當以山東現制較爲可取。又河南河務局轄四分局，分局轄汛，汛轄堡，（一作舖）爲四級制。河北河務局轄段，段轄堡，爲三級制。山東河務局轄總段，總段轄分段，分段轄汛，汛有工汛防汛之別，防汛轄堡，則五級制，而工防歧分矣。當以河北現制較爲可取，俱宜確立制度，俾趨一致者也。

二、南隄胡莊至大槃口一段，本河北境，而劃歸山東修防者，北隄梨園附近一段，則山東境，而劃歸河北修防者，皆因地理之便利，以求事實之圓滿，辦法最爲確當。河南滑縣老安隄，孤懸冀境長垣濮陽之間，其情形與上述兩處工段正同，宜仿成例，由兩省協議劃歸河北負責修防，並加培高厚，種植樹株，以期鞏固。

三、河南陳蘭汛至蘭封東壩頭三十七堡，而以下至蘭封邊境，與河北南隄相接處約三十餘里，向由地方自行修防，似未甚妥善，今宜劃歸河南河務局，特置一汛，負責修防，以歸劃一。

四、三省每年修防費，數目多少，極不一致，河南十萬元，河北二十一萬元，(民國二十二年實收實支十六萬餘元)山東三十一萬元。今按河南隄工長三百十五公里，河北隄工長一百五十六公里，山東堤工長七百五十公里，平均計之，則河南每公里三百十餘元，河北每公里一千三百四十餘元，（以民國二十二年實收實支數目計約合一千元有零）山東每公里四百十餘元。雖險工有多寡不同，未可作一固定比率，然河南山東兩省修防之費，固宜量爲增加。

五、去年洪水漲發，溫縣蘭封考城長垣等縣決堤數十處，此患之已著爲人所共見者。至於隄防殘毁，壩埽墊陷，危機四伏，過水即潰。自滎澤以至陶城埠，南決則奪淮入江，北決則奪衛入海，河各泛濫十數萬方里。至於陶城埠或濟南以下有失，則爲患之範圍雖較小，亦地方之大厄，且能因尾閭無暢達之途，至於全河皆病皆患之未形不甚爲人所注意者也。今各處決口皆已堵復，宜即寬籌善後工程，以修治平漢鐵橋至津浦鐵橋間之隄壩，及改良水道爲第一步，以修治濟南至利津之隄壩，爲第二步。至於海口之宜整理，以免壅阻，河南太行堤及河北金隄之宜培修，以爲重障，與秦晉間溢槽之患，宜築隄設防，並當以次籌劃施工。

六、河水流近海口，因受潮流遏阻含沙沉澱淤墊最速，河自改從利津入海以來，八十年間，已屢易入海之道，鐵門關韓家垣呂家窪絲綱口等處，皆其故迹，且下壅上潰，久成定律，故利津南北兩堤，潰決尤頻。清光緒十五年，潰於韓家垣，十八年潰於張家屋，二十一年潰於呂家窪，二十二年潰於西韓家，二十三年潰於北嶺子，二十四年潰於扈家灘，二十八年潰於馮莊，二十九年潰於小寧海莊，三十年潰於薄莊，民國十年潰於宮家壩，十七年潰於棘子劉，十八年潰於扈家灘。利津以西如蒲台，溪縣，齊東，章邱，惠民，濟陽等縣，潰決次數亦皆視其上游爲多，推之全河爲患之因，亦皆如是。故當如朱晦庵之說，治水只從低處下手而行，潘時良之法，以對壩束水攻沙，亦當今之急務，惟入海之道，如何勘定寬深之度，如何規擬，俱應審愼出之耳。

七、河流當伏汛之時，漲發甚速，消落亦易，如去年八月十一日，陝州水位突漲五公尺半，不數日便盡量消落，然豫冀兩省，各處橫潰之禍，均於此短時期所造成，且洪流奔注，泥沙俱下，及其緩弱，則到處沉澱淤墊，河槽縮減容量，決口改道之事，史籍載之詳矣。何莫非此一因有

以致之，從來司河政者，皆注意於在下游築隄禦溜，因險設防而忽視上游之治理，故國家歲費百萬，以治河而河終不可得治，如爲一勞永逸之計，防患且以興利，應於中上游幹支各流擇地建築水庫，屯蓄洪流，調節水量，庶水發不爲大患，水竭可資以爲利，此正本清源之圖，實今後所宜致力者也。

八、去年各地漫決多在平工，凡屬險要之處，均獲安瀾，其故蓋因一切料物，向皆儲積於險工附近，河務人員之精神亦悉貫注於彼，一旦在向不經意之處，發生險象，搶護自感困難。此後河防官吏，於險工所在地方，固應嚴密防範，即平工之處，亦不得稍事疏忽，並宜督促汎員，對於堤上浪窩權洞，注意查窨，隨時修補。

九、山東境內因官堤相距太遠，故到處築有民埝，雖地方行政官署有監督之責，但以興修時無具體計劃，乏專家指導，一任人民各自爲謀，隨意圍築，結果造成一種極不規則之現象，妨礙水道，潰決時聞，爲害之大，莫逾於此。惟此種民埝，已有多年之歷史，澈底整理，既爲環境所不許，聽其自然，亦殊非所以鄭重河防之道，祗有規定以後如有修築，應先由本會核准後，方可興工，即以前已經築成者，如本會認爲有障全局之處，亦應分別飭令修改，庶免一誤再誤。

十、培土修堤向有層土層硪之法，例如一尺厚之土坯，夯打結實厚七寸五分，乃觀從事堤工者，往往並未依此原則，或則口門一端先行堆高，經乃接長，而於堤面略事夯打，隄址之是否堅實不問也。如此做法，詢之當地工人，則謂從來如是，河防之廢弛久矣，並前人遺留之良法而棄不復用，可惜也。

十一、沿河農民耕地，無論隄內堤外俱力求拓展，至於切近隄根，久之勢必隄坡坍卸，隄身愈形單薄，實則近隄之地面有限，而壞防之爲害無窮，平常洪水或不致漫灘，上年大水爲八十年來所罕見，水面高出隄頂，冲激淘刷，隄身之高厚者，尙虞崩潰，單薄者，更難抵禦，似應由三省政府令飭沿河各縣嚴令禁止墾殖近堤地面，或給價收歸公有，以爲種樹之地，以後新漲灘地或舊有堤址，並不得再任農民領種，又村民往往在隄上建屋而居，亦足妨害堤身，并宜設法取締，逐漸折除。

十二、護岸工程，有埽，有壩，有垛，其式樣結構，及應用材料，各省不同，或同在一地，亦形製各異，雜然並陳，則以先後興作異時大致式樣結構，各省多沿習當地舊有習慣，或頗創新意，酌爲改良，如河北之磚壩與山東之柳箔皆是，其效用

如何，大可作一比較的研究，至於應用材料，則因地而異，因時而異，例如河北及山東之下游，距離產石之地甚遠，石料有時不能供給，且運費甚昂，河北今以推行磚壩，山東下游亦可仿行，蓋建窰燒磚隨地可辦，取用既便，為價亦廉，栗友梅常謂一方石價，購磚兩方，而拋磚一方，當石兩方之用，蓋以石多隙空，磚則平直之故，此因地而異也。從前廂埽用稭為多，然稭料入水易腐，年年鑲護，積至三年即需拆換，極不經濟，今山東漸用柳埽，堤坡隙地甚多，正可廣推林木，就地取材，各省亦可倣行，將來稭埽可以漸廢，此因時而異也。

十三、勘得三省河防工程，但事守堤，少能守灘，不知灘如不存，隄亦難資鞏固，大溜逼注，最易生險，若在水落之後，河流散漫淤墊更速，或灘嘴展拓形成坐灣，或橫流旁出衝成串溝，皆足助成險惡之勢，致防守益感困難，故潘時良以對壩束流，衝深河槽。吳清卿謂守堤不如守灘。近年德國恩格斯亦有灘崖設防，藉以固定中洪水位河槽之議，自山東陶城埠以上，堤間距寬窄極不一致，少或數里，多至數十里，河行其間，左右馳突，到處為患，雖隆隄於天曾不能為萬一之補救，何如相度地勢包灘下埽，或壩垛兼施，束逼河流。靳紫垣所謂數年之後，河底刷深，兩岸隄防，皆可棄而不守，可漸謀其實現也。

十四、自豫而冀而魯，沿隄串溝所在，都有串溝之患，其禍至烈，平時水流寬緩，不甚為人注意，顧長期淘刷，逐漸深闊，洪水驟漲，輙致掣動大溜衝潰隄防，去年長垣決口多緣此故。清代防河，向極注意堵塞串溝，霜清水落，必逐段履勘，分途堵塞，其法先於下游堵築橫壩，令河水流入，水無去路，泥沙自停，繼堵上口而開下口，放出清水，往復行之，便自淤填。近河北河務局，則於上游入口，以後節節建造柳柵，以阻流沙，亦一法也。又或於串溝上口建築丁壩，挑流外向，則水力微弱，沙亦漸停。

十五、坐彎生險，最為大患，然頂衝之勢，皆緣對岸沙灘逼溜斜行，及遇遏阻，仍復折回，此種險工，與其多事堆砌壩垛，節節防護。不如採用引河殺險之法，裁彎取直，矯正流向為得計。清雍正時，常先後行之於武陟，倉頭，開封，回回寨，蘭封，雷家寺，及封邱荆隆口等處，皆著效，嵇松友亦以引河殺險之法，有名於時。按開鑿引河之法，要審勢待時，必上有吸川之形，下有建瓴之勢，此審勢之說也。開鑿時，上下口各留一段不開，俟全

河告成，汎水大至，然後扶壩引溜，猛力汕刷，一日之內，即可深廣通暢，全流引注，此待時之說也。開引河不可太短，更不可切近灘嘴，如是者力弱易淤，有時並須建築挑壩挑溜傾瀉以平其勢。如銅瓦廂石頭莊及劉莊等處，皆應施行此項工程，改良河槽，以避頂衝。又堵口工程，亦必用此法吸溜遠引，方易爲力。

十六、新舊決口地方，多因潰水猛注，衝成深塘，往往決口雖已堵復，深塘依然存在，洪水漲發，僅恃一線隄防，捍禦急溜，而後方空虛，最易發生危險。從前司河防者，舊有放淤之法，築堤設閘，引水灌塘，俟其沉澱，去水留淤，久自墊高。如鄭縣鄭工合龍處，開封黑崗口，考城四明堂，長垣石頭莊，壽張黃花寺等處，皆宜放淤以固隄防，至於農田之利，猶其餘事。

十七、沿河兩岸多有鹼地，山東尤多，蓋近隄地勢低窪，水無所洩，惟有滲漏下沉，深入土中，更因蒸發上騰，浮出鹼質，積久凝結，遂成斥鹵。凡舊日決口之處，此象尤著，誠能劃區引河放淤不毛之地，俱可變爲良田。近來山東頗倡議推行，河南河北亦謀舉辦，俱以虹吸管代閘，以免掣溜，惟將來推行旣廣，引水必多，若於洪水時期行之，可以減漲消洪，利益甚大。果如低水時期行之，則正流微弱，淤墊愈速，故引水時期，及沿河各地可以引水之高俱須詳細規定，庶興利防河，俱能兼顧。

十八、種樹及種草爲河防要政之一，清代沿河皆有柳園，並獎勵官民種樹尤力，其章程猶彰彰可考。以樹木根株盤結，旣可鞏固隄身，枝幹兼應，工料之需，尤爲有益，勘得沿堤樹木，冀省爲多，山東次之，河南又次之。然近年種樹成績，頗有進步，宜仿舊制，規定獎勵種樹辦法，務期沿隄內外，普徧栽種，臨水灘地，尤宜廣種低柳，以殺水力，用固隄根。又堤坡及堤頂，種草禦水禦風俱甚著效，並宜提倡，或自然生長，應加保護，村民貪得便利，往往以鐵製鋤鐮，任意鏟挖，以致堤土浮鬆，風吹雨剝，日就單薄，亟應懸爲厲禁。

十九、大隄內外，交通向無一定規制，人民貪圖便利，往往將隄土任意剷平，或車轍所過，壓成深槽，設遇盛漲漫灘，雖欲從事修補，難免措手不及之虞。似應於上隄下隄之處，加築坡形土道，並於堤頂加舖石塊，以免殘毀隄身，致生巨患。

二十、沿河交通，關係最爲重要，大汎期間，視察隄防，運輸物料，俱須道路修整，方能接應便利。自平漢路橋以至利津

之甯海附近，大致俱可通行汽車，自滎澤至陶城埠之對岸，循南岸行自陶城埠至北路口，循北岸行自濟南至甯海，循南岸行陶城埠以東，兼爲山東省道，可通行公共汽車，路最修整。惟滎澤一段，開封至考城一段，及十里堡至楊寨一段，均須修築寬坦，方便交通，其中開封至蘭封間，現時可以借用汴曹公路，通行於河防工作，利益甚少，勢宜循隄通行，並接通近河重要城市，將來並可進一步，將平漢路橋北岸至陶城埠，及北洛口至利津各段，隄頂修築寬坦，及接通楊寨至宋家橋公路，則兩岸交通俱資便利，雖洪流漲發，不能渡河，亦復無阻碍矣。

二十一、平漢路橋基礎不深，本欠鞏固。去年大水時期，橋礎震撼，危急非常，當時抛石六萬公方，（併歷年抛石計之共二十四萬方）以護橋礎，幸而脫險，然抛石欄河，形同橫堰，阻碍河流，影響甚大。上游水位抬高一公尺，孟縣溫縣武陟北岸隄防，愈加吃緊，此處鐵橋久議改造，實有及早施行必要，而在改造以前，洪水時期萬不宜通車也。

河底冲刷流速之測驗

何之泰

第一章　緒言

概　論

流水挾砂問題，在河工上之重要，毋庸贅述。吾國之黃河與他國之濁河，屢次改道，益以河口攔門砂之妨碍航運，蓄水庫之淤澱，溝洫之淤塞等等，恒有淹沒百萬生靈，損失億兆財產者，但吾人控制挾砂之知識，仍甚缺乏，所幸因此問題之重要，固已引起各處水利工程師之注意，或作野外考察，或從事於室內試驗，研究探討，亦時有所聞，著者於留美時，曾以數月光陰，在各處圖書室中，搜集攸關挾砂問題之各項資料，加以研究，雖其間不無佳作，但終覺未盡完備，欲圖根本解决此問題，尚有待於繼續研究者。

此篇研究之目的，在求衡一河床之定律，以爲設計治河及鑿渠等工程之參考。試驗方法，與前人略異，蓋此注重於河床砂質與開始刷砂時河底流速間之關係，而不在挾砂之總量與平均流速間之關係也。是項試驗，係民國二十一年作於美國愛我華大學水工試驗室。茲將研究結果，述之如次，尚望水利界同志有以指正焉。

結論提要

一、流水浮懸挾砂力，與激流之向上分速最有關係；流水推移挾砂力，視河底流速之大小而定。

二、在河床爲沉墊質之衡一河槽中，河底流速爲恆數。此恆數爲遷移物性質之函數，而與遷移物中之顆粒粗重者，尤有密切之關係，並可用下式表明之：

$$Vcb = K\sqrt{2gA(S-1)}.$$

上式中，Vcb爲鑒定河底流速（Critical bottom velocity），K爲恒數，A爲河底砂粒之邊長，S爲河底砂粒之比重，g爲地心吸力之單位。

三、愛我華河（Iowa River）之砂樣光而滑，河產公司（River Products Co.）之石屑粗扁而多稜角，但據試驗所得，二者之比重均爲2.6左右，又二者顆粒之大小相同時，其鑒定河底流速亦不相上下。每種河底物之鑒定河底流速，變化並不大。又據試驗結果，得

$$Vcb = K_1A^p$$

上式中，K_1 及 p 均爲恆數，其大小視所選河底流速之位置至河底距離之遠近而不同。若所選河底流速之位置距離河底爲0.05，0.025及0.00呎，則得下列公式：

$$V_{0.05'}=3.85A^{0.48}$$

$$V_{0.025'}=2.83A^{0.42}$$

及 $$V_{0.00'}=2.07A^{0.35}$$

上式中V以呎秒計，A以吋計。

四、平均流速，水深，及河底砂粒大小間之關係，因試驗渠設備情形，前後不同，致有差異。設 Vm 爲平均流速以呎秒計，A 仍爲河底砂粒之邊長以吋計，D 爲水深以呎計，則由二種試驗渠中所得之結果，約可以下列二式表示之：

$$Vm=1.6A^{0.5}D^{0.13}$$

及 $$Vm=1.3A^{0.47}D^{0.22}$$

五、一種河底砂粒中，若有較細之砂粒羼入，則其被刷動時所需之河底流速，較無細粒羼入者爲小。

六、天然河流中所轉運之砂粒，可以不止一種。但其顆粒較大，所需之鑒定河底流速，較實在之河底流速爲大者，其移動係暫時性質，不能持久，未幾即可由落後法(Lagging behind process)或跌前法(Falling down ahead process)使之分出。故在河底平衡時，轉運物中各種顆粒所需之鑒定河底流速，必皆小於或等於實在之河底流速也。

七、在由砂粒組成之河槽中凡工程足以增加河底流速者，必能使該處河床刷深，直至水深增加，河底流速減小，回復平衡爲止。反之在含砂之河道中，凡能減低河底流速之工程，亦能使河床淤高。故整理含砂甚多之河道，欲使之淤淺或刷深，常從控制河底流速下手。欲控制河底流速，潛透堤工似較他式堤工爲適用。

八、關於含砂河道之模型試驗，須使下式成立：

$$\frac{V_b}{v_b}=\frac{K\sqrt{2gA(S-1)}}{k\sqrt{2g\ a(s-1)}}=\frac{K\sqrt{A(S-1)}}{k\sqrt{a(s-1)}}$$

上式中，大寫字母代表天然河道中之各原質；小寫字母代表模型中之各原質；V_b，v_b 爲河底流速；K、k 爲恆數，視顆粒之形狀而不同；A，a 爲顆粒之大小；S、s爲顆粒密度與液體密度之比例。

第二章　轉運沉澱物之討論

沉澱物之來源

河流所轉運之沉澱物，大都由於地面塵土被雨水冲洗而來，其次則賴流力及重力作用，刷自河床底部及其兩岸，有時風力亦能吹送少量塵埃，使入河中，但爲量甚微耳。

沉澱物之供給量，視其顆粒之大小，

流域內地質之構造，地形之坦峻，地面植物之種類，與夫雨水之多寡及強弱，流量之變化，以及河底河岸之土質，各種情形之不同而異，風化作用，化學作用，及機械作用等，對於沉墊物之供給，均有密切之關係，河流中所轉運之沉澱物，恒有在上游爲卵石，及至下游輒已成細粉，是即受機械作用之明證也。

轉運之方法

類別：沉澱物之轉運可別爲三，曰浮懸，(Suspension)曰推移(Traction)曰迴舞(Saltation)迴舞者，乃浮懸與推移二者之中間狀態也。關于溶解物（Soluble matter)及凝沫(Colloids)二者，茲不加討論，以其在靜水中亦不下沉，不在本文範圍之內也。

轉運沉澱物之主力，爲重力，阻力及衝擊力等。簡言之，沉澱物之顆粒輕而細者，其轉運方法爲浮懸，中等者爲迴舞，粗而重者爲推移，但其間並無顯著之界線，得以區別也。

浮懸轉運之理論

凡固體物之密度大於水，且其顆粒過大，不能作凝沫之浮懸者，若置諸水中，不以外力擾之，則因重力作用，必將沉至水底。

關于球形顆粒在靜止之液體中下沉之速率，史篤克（G.G.Stokes)曾求得一理論公式如下：

$$V=\frac{2}{9}gr^2\frac{(S-S')}{C}\cdots\cdots\cdots(1)$$

上式中，V爲下沉速度：r爲顆粒之半徑；S爲顆粒之比重；C爲液體之粘性係數；g爲地心吸力之單位。（見 Mathmatical and Physical Papers 第7册第75頁，1901)。

以力學原理而論，沉澱物在平線水流(Stream line flow)中，下沉所需之時間。當與在等深之靜水中下沉所需之時間相等，但河流中浮懸轉運之現象，常可見之，故必有他理在焉。解釋此問題之理論甚多，其最著者，爲相對流速論，（Relative Velocity Theory)，滾轉論(Rolling Theory)，繼續上流論（Continuous Upward Flow Theory)，及渦旋論（Vortex Theory)。

相對流速論：相對流速論，係1848年法人杜比德(G.Dupuit)所首創(見Etudes Thèoriques et pratiques sur le mouvement des eaux，自第214頁至229頁）渠鑒於杜步華（Dubuat)發現浮體在流水中飄流之速度較水流爲速，以爲按最小工作之原理，則浮體應向水流速度較大處移動，而浮懸轉運之現象，亦即因此，換言之，即浮懸轉運之現象，由於相對流速之作用

而生。

史大麟(Wm. Starling)曾以假設之浮懸物顆粒及流速之大小爲例，(見Transaction Am. Soc. C. E. 第36册第239—240頁)，證明顆粒頂底流速差之相當水頭所生之向上壓力，不足以使該顆粒浮懸於水中，謂相對流速論實不足恃。然史大麟例題中所用之原理，實與相對流速論之原理不同，且按褒奴利(Bernoulli)之理論此向上壓力亦應爲顆粒頂底流速之相當水頭差所生之壓力，而非顆粒頂底流速差之相當水頭所生之壓力，前者恆較後者爲大，故史氏之言，未可認爲相對流速論之反證也。

雖然，浮於水面或懸在水中之物體其飄流之速度，是否確較該處流水之速度爲速，尙待證實，且即使屬實，並將上述之『最小工作』及『向上壓力』兩種作用，合計之，相對流速論仍嫌未足，蓋相對流速論若爲造成浮懸狀態之惟一原因，則濁河中，在最大流速綫之上，即不能有懸浮物之存在，但天然河流中，並不如此也。惟相對流速論，堪稱有趣，而相對流速對於浮懸轉運，亦不能謂爲絕對無關也。

滾轉論：此理論係駱競(T. Login)創於1870年，(見Van Nost. Eng. Mag. 第3册163—170頁)，玆述其梗概如次。

駱氏謂水流滾轉而非滑動。因河床阻力發生滾轉；因滾轉作用，流水攫取河底物質，使之浮懸。

滾轉之說，雖屬懸測，但駱氏原著中所稱，水之轉運力與流速成正比，與水深成反比各節，暗示在恆一河槽中，平均流速與水深間有某種關係，實爲其後耿乃端(R. G. Kennedy)學說之根源。耿氏之學說，待下章述之。

繼續上流論：1878年。美人法藍西氏(J. B. Francis)作一試驗，置灰粉於渠道上游底部，于下游約距十倍至二十倍水深之處，在水面上見之。由此試驗，法藍西氏深信水流中有繼續向上之分流，此繼續向上之分流，即爲造成浮懸轉運現象之原因。

霍克爾(E. H. Hooker)對此理論，表示反對，渠謂以一段河流而論，若河心有繼續自河底向河面之流動，則河面必有自河心至兩岸之相當流動，河邊亦必有自河面至河底，並由河底至河心之相當流動，彼此循環，方得平衡，而此項循環流動之現象，則未之見也。霍氏又謂即使此項循環流動，業已證實，苟向上與向下之流速相等，則無合成之向上壓力，仍不足以解釋繼續浮懸之現象也。(見Trans. Am. Soc. C. E. 第36卷315頁)

此處吾人又當提及，牟拉爾(M. Mö-ller)謂已由試驗證實水流之雙螺形流動。(見Zeit Für Bauwesen第201頁)按雙螺形流動與上述之循環流動，適屬相反，究竟二者孰是孰非，在未經確切證實之前，姑弗置判，或均爲偶然及局部之現象，亦未可知也。畢克爾氏(G. W. Pickels)謂漲水時期內，河心水面較在近河岸者爲高，水向河邊流，反之，在退水時期，河心水面，較在近河岸者爲低，水向河心流，良至論也。(見畢著 Drainage and Flood-Control Engineering第139頁)。

在河道灣曲處之單螺形水流，湯姆生(J. Thomson)於1876年，即已論及，(見Proc. Royal Soc. London，第25冊5—8頁)此種現象，盡地可見，自無疑問，吳德華氏(S. m. Woodward)且曾擬有公式以計算河灣處兩邊水面高低之差。(見吳著 Hydraulics of the Miami Flood Control Project第272頁)。

上述各種水流，與轉運沉澱物之關係，容後再述。

渦旋論：旋渦攸關流水浮懸力之重要，巴底德(M. Partiot)於1871年即注意及之。(見Annales des Ponts et Cheussées第一冊)至1881年，麥克麻氏 R. E. Mc-Moth)更以旋渦爲使沉澱物浮懸水中之唯一原因。(見Eng News, 1878年9月份第69-72頁)巴底德因旋渦水流，中心者速，周圍者緩，謂旋渦中心與周圍間之相對流速，可以生壓力使沉澱物向中心流動，而成浮懸轉運現象。麥克麻則謂旋渦之攜挾固體物至水面，乃屬常見之事，其爲使沉澱物浮懸之主因，不言可喻也。

霍克爾亦認旋渦爲使沉澱物浮懸之主要原因。但彼終以爲必須有合成之向上壓力，方能造成浮懸轉運之現象，彼謂設有河一段，並無支流出入，則上湧水量，必與下沉水量相等。若上湧之流速與下沉之流速相等，則上湧時所生之上壓力與下沉時所生之下壓力抵銷而無合成之向上壓力。渠欲解釋旋渦作用，對於浮懸轉運，確屬重要，謂下沉流速較上湧流速爲緩，其水量之平衡，可由下沉水流斷面面積之增加相抵，因壓力與流速之平方成正比，故若旋渦上湧之流速爲4 V，上壓力爲16P，下沉時面積增加一倍，流速爲 2 V，下壓力爲 4 P，則其結果，即可有合成之上壓力12 P。集合無數此種旋渦，則浮懸轉運之現象成矣云云。

惟旋渦下沉時之面積，是否恆較上湧時爲大，即流速是否恆屬減低，殊屬疑問。湯姆生云，河面之水下沉時，因受地心吸力作用，其流速加大(見Proc. Royal

Soc. London 第28册114—127頁），惟河底有阻力，湯氏之言，亦未足恃也。

激流爲浮懸轉運之原因：按江河流水鮮有爲線形流動者，亦不在河床上滾轉，如車輪之下長坡，普通均爲激流（Turbulent flow）。激流由於河床之不規則，折阻流水即成。水遲阻，折而流至河面，或中途阻於他物，仍折向他處流動，加以河底及河面磨擦力之作用，其情形遂益複雜。以一段河流而論，雖其結果均向下游流動，但折而向上或斜向他處之不規則流動，自亦甚多。苟此不規則流動之向上速度，大於或等於某顆沉澱物在靜水中下沉之速度時，則該顆沉澱物必被挾上升。及水流自水面或中途折而向下，該顆沉澱物，亦隨之下沉。沉至半途或達於河底之後，遇其他向上水流，仍可被挾而上升，如是或升或沉，或動或靜，合之則浮懸轉運之現象生矣。浮懸轉運之顆粒，不必與河底常居一定之距離，且實際上亦並不爲此，故造成浮懸轉運之現象，無待於合成之向上壓力，祗需激流上湧時之速度，較該項沉澱物在靜水中下沉之速度爲速足矣，至於激流下沉時之速度，是否小於，等於，或大於上湧時之速度，似可勿論也。

總合言之，浮懸轉運之成因，僅賴相對流速論，殊不足以解釋。其最主要之成因，當推激流作用。至於繼續向上水流，雙螺形水流，單螺形水流，滾轉水流，以及旋渦等等，就其上湧時對於沉澱物之壓力而論，當各有其用，視爲激流之一部亦未始不可也。

推移轉運之理論

河底流速論：研究河底速度與河底物間之關係，自杜步華（M.Dubuat）於1786年作試驗始，（見 Traité d'hydrauliqne 第1册57頁）其次則爲宴利（W. Airy）。宴於1884年發明著名之六次方定律。（見min. Proceeding. Inst. C. E. 第82册25—26頁）。

杜步華試驗所得開始刷沙時之河底速度，在過去百餘年中，著水力學課本者，往往不思杜氏時代試驗設備之簡陋，輒抄襲應用。

薛福納克（F. Schaffernak），亦曾作有價值之試驗，供獻于社會。（見薛著Neue Grundlagen für die Berechnung der Geschieheführung in Flussläufen）。

關於河底速度與河底砂粒間之理論，公式可求之如下：

設 A 爲河底砂粒之邊長或直徑；W' 爲河底砂粒之密度；W 爲液體之密度；$S = \frac{W'}{W}$，即爲河底砂粒與液體密度之比；g爲地心吸力之單位；V_b 爲河底速度：

V_{cb}為鑒定河底速度；$\varnothing$為阻力係數；K, K'、K"、為恆數；G 為一顆河底砂粒之重量。

(甲)設河底砂粒，為大小均勻之立方體，其轉運狀態為滑動。則

每顆立方體，在水中之重量，

$$=(W'-W)A^3$$

磨擦阻力$=\varnothing(W'-W)A^3$，

該砂粒所受之流力，依據牛頓氏定律，等於

$$\text{動能之變率}=QWV_b/g$$
$$=WA^2V_b^2/g$$

在平衡情形之下，則

$$\varnothing(W'-W)A^3=WA^2V_{cb}^2/g$$

或 $V_{cb}=\sqrt{\varnothing/2}\sqrt{2gA(S-1)}$ ……(2)

(乙)設河底砂粒為大小均勻之球體，其轉運狀態為滑動，則

每顆球體，在液體中之重量

$$=\pi(W'-W)A^3/6$$

磨擦阻力$=\varnothing\pi(W'-W)A^3/6$

該球體所受之流力$=QWV_b^2/g$

$$=\pi WA^2V_b^2/4g$$

在平衡情形之下，則

$$\varnothing\pi(W'-W)A^3/6=\pi WA^2V_{cb}^2/4g$$

或 $V_{cb}=\sqrt{\varnothing/3}\sqrt{2gA(S-1)}$ ……(3)

(丙)設河底砂粒，為大小均勻之立方體，其轉運狀態為滾轉，則

該砂粒繞其一邊之反抗力距為

$$(W'-W)A^3\left(\frac{A}{2}\right)=(W'-W)\frac{A^4}{2}$$

水流推轉該砂粒之力距為

$$(WA^2V_b^2/g)(A/2)=WA^3V_b^2/2g$$

在平衡情形之下，則

$$(W'-W)A^4/2=WA^3V_{cb}^2/2g,$$

或 $V_{cb}=\sqrt{\frac{1}{2}}\sqrt{2gA(S=1)}$ ………(4)

(丁)設河底砂粒為大小均勻之球體，其轉運狀態為滾轉。又設以一砂粒，置於其他三砂粒之上。則由該砂粒之重量，所發生之反抗力距為

$$\pi(W'-W)A^3/6\times A\sin 60^\circ/6$$
$$=\pi(W'-W)A^4\sin 60^\circ/36$$

水流推轉該砂粒之力距為

$$\pi WA^2V_b^2/4g\times A\sin^2 60^\circ/2$$
$$=\pi WA^3V_b^2\sin^2 60^\circ/8g$$

在平衡情形之下，則

$$\pi(W'-W)A^4\sin 60^\circ/36$$
$$=\pi WA^3V_{cb}^2\sin^2 60^\circ/8g,$$

或 $V_{cb}=\sqrt{\frac{1}{9}\sin 60^\circ}\sqrt{2gA(S-1)}$ …(5)

合書之，若以K代表，依河底砂粒形狀不同而異之係數，則以上四式，可書為

$V_{cb}=K\sqrt{2gA(S-1)}$ ……………(6)

若河底砂粒之密度相同，則上式變為

$V_{cb}=K'\sqrt{2gA}$ ……… ………(7)

砂粒之密度相同時，其重量與邊長之

立方成比例，故第七式又可化成宴利之定律如下

$$G=K'' V_{cb}^{6} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(8)$$

傾斜水深論：此理論係杜伯威（Du Boys）倡於1879年。渠意在水深為D，傾斜為I之等速水流中。每單位河床面積之上，水之加速力WDI，必係被河底阻力F抵消。故從F之大小可求推移力。流水對於河底物之直徑為A之推移力為

$$WDI\left(\frac{\pi A^2}{4}\right)$$

其阻力為

$$\phi(W'-W)\frac{\pi A^3}{6}$$

在該砂粒開始移動時，則上列二力，必相等。故

$$WDI(\pi A^2/4)=\phi(W'-W)\pi A^3/6$$

或 $$A=\frac{3DI}{2\phi(S-1)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(9)$$

若按薛善（Chezy）公式，以

U^2/C^2 代 DI，則(9)式與(6)式相似。惟(9)(10)二式，之原理不同。倘流水無內阻力之損失，其流速亦如固體物在斜面上滑動，上下各部均相等，則(9)式如可與(6)式相符。惟實際並不如此。不過為便利計算計，吾人亦恆採用(9)式，換言之即採用『傾斜水深理論』。

迴舞轉運之理論

迴舞轉運，為上述二種轉運之中間狀態，因河底附近水流之複雜情形而生。其所轉運之砂質顆粒，與上述二式中所轉運者相較，亦為居間性質。時而推移，時而浮懸，其浮懸範圍距離河底之遠近，視該處上湧水流之強弱為定。其在推移或浮懸之時，自各依推移轉運或浮懸轉運之定律

攸關轉運之其他事項

温度與黏性，足以影響極細微物質之沉澱速度，但對於本文中所述砂質之轉運，則無若何關係也。

在河流入海處，鹽水對於轉運沉澱物之影響有二；第一因鹽水之凝合作用，使砂粒下沉之速度增加；第二在低水位時期，因海中鹽水與河中淡水之密度不同，鹽水向上游潛流，挾河底轉運物一同向上流入河中，為造成攔門砂原因之一。

波濤能冲襲河岸，亦能揚動河底物質，使之隨水流動。又波濤對於河口三角洲之成因，亦具有相當作用。

巨石之轉運

數噸重之巨石，被水轉運，雖不常見，亦非無之。其轉運主力，或可首推浮冰。浮冰之外，尚其數事，亦與有關焉。屈祿百里齊（A.謂美國加利福尼亞州奧汾谷（Oweus Valley, California）之砂積錐中，曾發見數巨石，高十呎，寬二十呎，長三十呎者。該錐離山六哩。由山至該錐之

比降爲每哩四百呎。屈氏以爲是項巨石，由於巨石前之細砂被水刷去，加以流力之推送，重力之拉引，輾轉前進，以致由山至錐。(見J. lpeol. 第19册706—747頁) 白萊克威德 (E. Blackwelder) 則謂在高旱區域內巨石之轉運由於泥流作用。(見Bull. lped. Soc. am. 第39册465—489頁)

關於巨石之轉運，尙有他種主力，俟他章述之。

飽　和

玆所稱"飽和"，(Saturation) 係指某河流之寬度深度及速度均固定時，該河對於某種沉澱物，所能轉運之最大數量而言。如他項原則，均固定時，沉澱物之細而輕者，其飽和數應較沉澱物之粗而重者爲大，此理至明，毋庸贅述。惟其中關係，迄尙未有能確切定之者。至關於混合多種大小之沉澱物，則其飽和數雖非絕對不能測定，當必更難也。是故吾人論河流之飽和，應指明所轉運沉澱物之大小密度，及其形狀等等，不然，即無意義。赫福雷 (A. G. Humphreys) 及藹寶德 H. L abbott) 與倪慈 (J. B Eads) 間關於密西西比河 (Mississippi River) 問題之雄辯，即由於此。(見赫藹二氏所著 Physics and Hydraulics of Mississippi River 與 Vau Nost Eng. Mag. 第19册211—229頁) 按雙方所論，各有是非，赫藹二氏謂密西西比河不飽和，苟其意指轉運沉澱物之總數量，或其中輕而細者之數量而言，當屬無疵。但彼等謂將流速減低，不致于發生沉澱，則過甚矣。蓋原有浮懸物中之顆粒，其所需激流較流速減低後之激流爲大者，將由浮懸轉運變爲推移轉運或竟沉澱於河底，亦未可知；又原有推移物之顆粒中，其所需之河底流速較實在之河底流速爲大者，亦將沉澱。反之倪慈謂該河隨流速之強弱，恆轉運沉澱物至飽和狀態，此亦不免過甚。以其對於輕細之沉澱物，大都尙能轉運甚多，而不致於淤積也。據聖德路易水政委員會 (Board of Water Commissioners of St. Louis) 1867 年在聖德路易之觀察，密西西河之含砂量，在河之左右兩邊，爲52.5之比，相差甚巨，而當時兩邊流速則相彷也。足見河流含砂量之多寡，不在平均流速之大小，而在該項砂質來源之有無，設有一河流能轉運某種沉澱物至一千分之一，但該項沉澱物之來源或供給量，僅有百萬分之五十或十，而河底原有沉澱物顆粒之密度及大小，又均非實在之河底流速所能轉運，則此河雖尙能轉運該項砂粒百萬分之九百五十，或百萬分之九百九十之多，但對于河流，終不能洗刷之也。然

倪氏謂其他情形不變時，水流轉運力之強弱視流速之大小為轉移一節，當又為的論，蓋平均流速之或增或減，足以影響於激流之程度及河底流速之大小，而激流及河底流速對於沉澱物之轉運，均有直接之關係故耳。

含砂量

因浮懸物隨水流動，似可假定浮懸物向下游移動之速率與該處流水應有之流速相等。但亦有人因見船隻及其他飄流物體之移動，較河面流水為速，謂浮懸物之流速較該處水之流速為大者。惟河面水之流速，常較河面以下略低處之流速為小，而浮懸物所佔據之地位，不僅河面一層，故河面水之流速，似未足以代表浮懸物所佔據之地位流水應有之流速，而浮懸物之流速究較該處水之流速為大與否，尙待繼續研究，方能斷定。浮懸物與流水之百分比，不難測驗，故欲求某時期內流過某橫斷面浮懸物之數量，可從測驗該處之流量及含砂量之百分比得之。惟水位或流量與含砂量之關係，殊難確定，蓋含砂量須視河床內可以刷得者幾何，及可由支流攜入者幾何為定，而支流所能攜帶之砂量，其情形又至為複雜，雨量之種類，流域之性質，以及氣温並地面作物之情形等等，均與相關係焉。

推移物之轉運方法為滾轉，滑動，並偶然跳躍等。其進行速度，較流水之平均速度為小，或與河底流速與該砂粒之鑒定河底流速差數之涵數成比例，亦未可知。設河底流速為已知數。則推移物與水深不生關係。推移物與河底流速及實在供給量，為正比。設推移物之移動成砂浪形，則其總數量可由觀測砂浪浪谷進行之速率以及波長及顚幅等求得之。

雖葛爾寶（G K. Gilbert）關於挾砂試驗之成果，不見甚佳，倘知選用適宜之方法，則流水轉運沉澱物能力之定律當非絕對不可能。惟因天然河流中推移物之供給量，變化甚巨，此項試驗，即使辦到，當亦僅為科學上之興趣，對於實施河工方面，並無重大關係也。

恆一河槽

研究恆一河槽最早者，為耿乃端。（R G. Kennedy）耿氏在印度彭利杜白（Bari Doab Canal）渠，作三十站長期測驗，（見 Min. Proceedings Inst. C. E. 第119册281-290頁）據云該渠槽身，經多年之自然淤澱，已達恆一狀態，兩岸峻峭而質細，渠底平而質粗。據彼研究結果，在恆一狀態之下。平均流速與渠寬無關，但為水深之函數，其關係，可由下式示之：

$$V_m = CD^n = 0.84D^{0.64} \qquad (10)$$

（耿氏公式，本爲 $V_0 = cd^m$，玆因在本文中，求劃一起見，故以其他字母代之）。

耿氏之定律，東西各國，設計灌溉渠道恆採用之。惟繼耿氏之後，研究此問題之各地工程師，曾測得上式中係數C之值，變化甚大，詳見下表。

第一表：—$V_m = CD^n$，公式中C及n之數値

C	n	附　　註
0.84	0.64	Kennedy, Upper Bari Doab Canal
0.91	0.57	Shweho Canal, Burma
0.67	0.55	Codaveri Western Delta, Madras
0.93	0.52	Kistan Western Deeta, Madras.
0.95	0.57	Lindley, Lower Channel Canal, Punjab.
0.39	0.73	Chalel, Egrpt.

吳慈（F. W. Woods）及林德萊（E. S. Lnidley）均以爲鑒定平均速度，不僅與水深有關，與渠寬亦有關。（見Punjab Engineering Congress, 1919, 第63—74頁）賴瑟（G. Lacey）較吳林二氏更進一步，謂鑒定平均速度與水半徑（Hydranlic radius）有關。渠搜集彼時各處所有材料，加以研究，得一公式如下：

$$Vm = 1.17\sqrt{fR} \quad \cdots\cdots \quad (11)$$

上式中，R爲水半徑，f爲沉澱物係數。（見Exerpt Min. Proceedings Inst. C. E. 第22册36頁）

按流水浮懸力之強弱，與激流有關；而激流之強弱，又與速度，水深，水面空氣之阻力，以及河底河岸之阻力等有關，前已言之，故必謂鑒定平均流速，與潤周無關，是亦未必盡然。

耿乃德謂其所選測之各段渠道，均適足以轉運上游帶來之沉澱物，而在該項渠寬水深及流速情形之下，轉運沉澱物之數量，不能再有所增減。林德萊與賴瑟似亦均然其說，而賴瑟且以浮懸物之平均直徑爲沉澱物係數"f"之因數。其實耿氏之言，與上文所述倪慈對於密西西比河飽和含砂量之意見，有同樣弊病。蓋因在飽和限度之內，將細質之沉澱物，略加增減，仍可不致于於影響渠底之平衡也。而耿氏等公式中，所示在恆一河槽內，平均速度與

水深之關係，其所以能成立者，則因在恆一河槽內，河底流速，恆爲其河底物之鑒定數，換言之，即河底流速爲一恆數，河底流速既爲一恆數，由流速曲線之大概形狀觀之，可知苟水深增加，則平均流速應隨增大，亦即在恆一河槽內，水深與平均流速有一定之關係也。

在含砂河流中，苟河底流速減小，以致小於其粗重砂粒之鑒定河底流速，則該項粗重砂粒，必即沉澱於河底，直至河底漲高，河流橫斷面減小，流速因以加大，復等於鑒定數，而後方得平衡。同時所轉運砂粒中之細而輕者，則仍繼續轉運，與河槽之恆一無關。由此造成之恆一河槽，其河底自係該項粗重之沉澱物質。是故與其以所有浮懸物之平均直徑爲沉澱物係數“f”之因數，不若以所有轉運物中之粗而重者選爲因數，較爲妥適也。

轉運固體物對於流速之影響

(a)浮懸物能增加流水之內阻力，減低水之流動性，故能使流速減小。

(b)浮懸轉運之主力，爲激流之上湧分流，而激流之能力，若不用於浮懸轉運，亦必由旋渦化熱，終歸消失，而於下游流速無關。是故浮懸轉運除增加內阻力外，似不致消滅能力減低流速。

(c)河床對於流水能發生阻力，依其粗糙率，如何，而減低其流速。此項粗糙率，視河底物之性質及不規則之地形障礙爲定。河底物愈粗，河底地形愈不整齊，則阻力愈大。河底推移物，掩蓋於河床之上，而變易其阻力。是故河底推移物之是否增加抑或減小流速，須視阻力之如何改變爲定。苟推移物之糙率與河底原糙率相同，則有河底物或反足以增加流速，以其有流動性，能減低阻力故耳。

略言之，河流之含有沉澱物，不但不致減低流速，並可因其能使河底光滑，減小阻力，因而增加流速。包克利(A. B. Buckley)曾在埃及尼羅河(Nile River)測得流速與水中所含沉澱物之多寡成正比並爲其涵數。(見Min. Proc. Inst. C. E. 第216册183—298頁)此蓋由於速流爲河床阻力之涵數，而河床阻力爲轉運物性質之涵數故耳。

沉澱物之分布

沉澱物之分布　轉運沉澱物之理論，既如上述，可知：第一，浮懸物分布於水深全部，而距離河底愈近，其數量亦愈多，因愈近河底，激流愈強也；第二，迴舞物距離河底愈遠，其量愈少。第三，推移物大部貼近河底；第四，每單位體積水量內所轉運沉澱物之總量，距離河底愈近愈大。玆舉例表明之如第二表。第二表(

甲）爲尼羅河中之含砂量，係包克利所測得者，此表對於上述情形，最爲清楚。第二表(乙)爲密西西比州味克司寶城航道試驗站所測得者。(見 U. S. Waterwags Experiment Station, Vicksburg, Mississippi 所著之 Paper H.)第二表(丙)係德國萊西河之含砂量。(見 Bauteohnik 第7册525—528及600—603頁)。

第二表(甲)：—尼羅河之含砂量，以百萬分計。採取水樣處之水深爲 9.5 公尺。

水深 公尺	粗砂 留於100—篩之上者	細砂 通過100—篩者	細土 通過200—篩者	共計
1	3	32	324	359
2	3	60	352	415
2	8	73	354	440
3	6	113	368	487
4	6	174	351	531
4	15	127	363	495
5	15	160	355	530
6	20	163	377	560
6	20	169	384	573
7	24	237	393	654
8	42	266	394	702
8	47	200	386	633

第二表(乙)：—密西西比河及其支流含砂之分析

河名	測點	各種含砂(以直徑吋數分別)之百分數				備考
		0.03 至 0.01	0.01 至 0.005	0.005 至 0.002	0.002 至 0.001	

密西西比河 (Mississippi)	水面		3.1	44.1	52.8	1879年測於 Cairo 下 242 哩之 Hamilton Landing, Ark.
	半深		5.9	47.7	46.4	
	河底		12.2	50.8	37.0	
”	水面	1.1	3.8	14.9	80.2	1879-80年測於 Cairo 下 306 哩之 Helena, Ark.
	水底	7.5	11.5	21.0	60.0	
”	水面		1.8	49.6	48.6	1879年測於 Cairo 下 595哩之Kings Point, Miss.
	半深		3.1	53.0	43.9	
	河底		4.0	50.8	45.2	
奧海奧 (Ohio)	水面		0.03	0.23	99.73	1878—79年測於河口上45哩之 Paducah, Ky.
	水底		1.14	0.62	98.23	
白河 (White)	水面		4.6	62.4	33.0	1879—80年測於河口上134哩之Clareudon, Ark.
	河底		5.2	64.4	30.4	
紅河 (Red)	水面		3.7	46.1	50.2	1879年測於河口上 111哩之 Alexandria, La.
	河底		8.3	53.8	37.9	

第二表(丙)：德國萊西河 (Lech River) 之含砂量。觀測處之河寬為70呎。觀測點(Ⅰ)，(Ⅱ)及(Ⅲ)離左岸依次為22.0呎，44.5呎及62.0呎。

觀測點(Ⅰ)		觀測點(Ⅱ)		觀測點(Ⅲ)	
測深 以公尺計	含砂量 以每立方公尺若干克計	測深 以公尺計	含砂量 以每立方公尺若干克計	測深 以公尺計	含砂量 以每立方公尺若干克計
0.00	888	0.00	842	0.00	821
1.00	1033	1.00	1096	1.00	877
1.40	1095	1.90	1509	1.90	1056

沉澱物之橫向分佈：河槽爲直線處，因流水之雙螺形作用，兩邊流水所含之沉澱物或相似或不同，以其上游之情形爲定。設清濁二水相合，其會合處以下之河槽爲直線，則在會合處以下，二水仍各依一邊下流，一時不易混合，美國之密西西比河（Mississippi），與密蘇里河（Missouri）會合處及加拿大之廖特河（Liard）與奴隸河（Slave）會合處，均有此種現象。（見Miss. River Commission, Paper H; 及J. Geol. 第26册341—360頁）

在河流之灣曲處，因單螺形流動作用，兩邊之水互相混合，浮懸沉澱物遂因之分佈於河寬全部，而推移物則遷往凸岸。河灣以下若河槽爲直線，即其沉澱物之分布，即與河灣下端者相同，及河流向對岸灣曲之後，浮懸物益相混合，而推移物則移往他岸。

第三章　河底砂質與河底速度關係之試驗及研究

愛我華大學水工試驗室之概況

愛我華大華水工試驗室，在美國愛我華州愛我華城，位於愛我華河之西畔。愛我華河爲密西西比河之支流，其尋常流量爲1500秒立方呎。壩之一端，爲進水閘。閘之下，有高寬各十呎長三百十呎之混凝土水渠一道，與試驗室相接。混凝土水渠之旁，別有一寬十六呎長一百二十呎之河槽。試驗室房屋凡三座，其在最北者，長六十呎，寬三十呎，爲四層樓，建於1928年，在最南者之大小與最北者相同。中間一座，比其餘兩座，更寬十五呎，高二十呎，並增加二層。最南及中間兩座，均係1932年新建。試驗室共長一百六十五呎，工作面積，與河渠合計之，共三萬六千二百三十平方呎。愛大水工試驗室，供給試驗所需水量之宏大，地位之廣闊，設備及儀器之完備，在現代各國水工試驗室中，當可首屈一指。（見第一圖）

試驗設備

玻璃渠：本試驗所用之水渠，係用玻璃製成，位於試驗室之北座第一樓。渠寬30.5吋，高3呎，長39呎。其底水平，內舖木板，使成砂床，寬30.5吋，長24吋，深不等，以能儲藏適宜之砂量爲度。渠之下端，有沉澱池二處，各寬30.5吋，長23吋，渠之上端，有靜流柵三道，以求進水速度之均勻。沉澱池之下，爲一活門，以之操縱渠內水深及速流。活門之旁，渠底有一直徑二吋之小孔，配有木塞，以資排洩渠內積水。渠之上端，只有二吋孔一，接連一吋半徑之鉄管，以資排洩渠內上游積水。渠之一旁，設有一透明水呎，其上

鑄成百分之一呎格子，以測水深。其他設備，詳見第二至第四各圖。

給水：給水用兩架幫浦抽打，給水量爲十秒立方呎。幫浦下接混凝土之量水池二處，二池容量各爲1500立方呎，水從量水池用幫浦打至四層樓之高水箱。因高水箱設有滾水堰，堰頂共長 724 呎，所有過量不用之水，可由堰頂四溢流回量水池，故箱中水位，可保不變。試驗所用之水，用十吋徑鐵管自高水箱引出，該鐵管下端，位於玻璃渠上端之一堰箱內，設有匣門，節制進水。另有靜水筒一，用橡皮管與堰箱接通，內裝鈎形水尺，以測堰頂水深而求流量。鈎形水尺之零點，與堰頂等高。水由堰箱，流過堰頂，而入玻璃渠之上端，再經過渠槽及其下端操縱活門，乃由洩水洞回量水池，此外尙有三吋徑之小給水管一，其末端設於玻璃渠下端之上，在試驗之前，由此水管，徐徐放水入渠使滿，以免所設砂床，於開始試驗時，被水冲毀。

試驗所用砂石之性質

試驗所用砂石概論：試驗所用之河底物質分二種，一種爲愛我華河砂，一種爲河產公司石屑，各用標準篩篩成若干類，其大小空隙以及比重等均加以觀測。愛我華河砂大都表面光滑而形圓，含有多種不同之物質。石屑面粗形扁而多稜角，全係石灰石。

砂石之分類：取河砂五百磅，用標準篩分成十四類，由大而小，依次用A至N各字母代表之。砂樣之總重及分析以後各類之分重均權得之。分析之結果，詳見第三表及第五圖。此十四類砂樣，僅自A至I九類，取以試驗，其餘自J至N五類，因數量不敷應用，未加測驗。石屑共分成三類。用以試驗者爲A'及B'二類，其大小相當於河砂中之A及B。試驗所用之十一類砂石，見第六圖。

第三表：一五百磅愛我華河砂之分析

篩號	篩眼 吋	留存各篩之砂量		總砂量 磅	百分數	
		觀測數 磅	校正數 磅		存篩 %	過篩 %
3	0.268	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
4	0.185	5.59	5.60	5.60	1.12	98.88

6	0.131	36.08	36.15	41.75	8.35	91.65
8	0.093	40.95	41.03	82.78	16.55	83.45
10	0.065	53.25	53.36	136.14	27.23	72.77
14	0.046	56.39	56.50	192.64	38.53	61.47
20	0.0328	54.30	54.41	247.05	49.41	50.59
28	0.0232	76.89	77.04	324.09	64.82	35.18
35	0.0164	105.03	105.23	429.32	85.86	14.14
48	0.0116	42.96	43.05	472.37	94.47	5.53
65	0.0089	16.96	17.00	489.37	97.87	2.13
100	0.0058	7.71	7.73	497.10	99.42	0.58
150	0.0044	1.06	1.06	498.16	99.63	0.37
200	0.0029	0.33	0.33	498.49	99.70	0.30
……	………	1.51	1.51	500.00	100.00	0.00
損失		0.99				

砂石大小之觀測：自A類至E類河砂及A', B'兩類石屑，其大小用三稜尺量之。量時就每類中各取表樣若干，量得其三邊之大小，計其每邊之平均值。F類以下之河砂，其大小均用顯微鏡觀測。用顯微鏡觀測時，因砂粒散置於玻璃觀察片之上，按自然趨勢，大都取平放位置，故測得之數值自以長寬爲多，而其平均數，亦較眞平均數爲大。因有此種差誤，故砂石之大小，不用量得或測得者爲標準，而以分析所用相鄰兩標準篩篩眼之平均數爲標準。觀測砂石大小之結果，詳見第四表。

第四表：一砂石之平均大小以吋計

砂類	相鄰兩篩眼之平均數	用顯微鏡觀測數	用三稜尺觀測數			
			長	寬	厚	平均
A	0.226	………	0.298	0.198	0.152	0.216
B	0.158	………	0.205	0.158	0.120	0.161
C	0.112	………	0.167	0.120	0.092	0.126
D	0.079	………	0.120	0.090	0.067	0.0923
E	0.056	………	0.088	0.082	0.048	0.0727
F	0.0394	0.0495	………	………	………	………
G	0.028	0.0315	………	………	………	………
H	0.0198	0.0226	………	………	………	………
I	0.014	0.0169	………	………	………	………
A'	0.226	………	0.310	0.206	0.130	0.207
B'	0.158	………	0.239	0.158	0.068	0.155

砂石空隙之測驗：用一250cc玻璃量管，量得150cc砂樣，置於一處。次盛水150cc於此量管，復將量出之150cc砂樣，徐徐傾入量管中。察其總體積。總體積與300cc之差數，即爲砂樣之空隙。再以150除此差數，復以100乘之，即得空隙之百分數。

量取砂樣之方法，對於空隙之測驗，關係至鉅。嘗以九種不同之方法試之，得其結果如第五表及第六表。

第五表：一以同一砂量，用不同方法，裝入量管中，所得體積讀數，以cc計。

裝砂方法	砂類					
	A	C	F	H	A'	B'
徐裝………………………	150	150	150	150	150	150

輕倒……………………	178	178	179	174	160	178
重倒……………………	166	174	175	173	170	170
細顫……………………	150	151	152	152	146	146
徐裝加輕顫…………	147	148	148	147	138	139
徐裝加輕夯…………	148	151	154	154	142	142
勻傾……………………	157	158	159	163	160	156
徐裝入水………………	168	168	161	160	172	174
在水中加顫動………	157	157	157	152	160	160
體積總數＝砂＋150cc水＝	240	240	244	243	226	226

第六表：一砂之空隙，以百分數計，係從第五表求得，表示裝砂方法，對於測驗空隙之影響。

裝砂方法	砂類					
	A	C	F	H	A’	B’
徐裝……………………	40.0	40.0	37.3	38.0	49.4	49.4
輕倒……………………	49.4	49.4	47.5	46.6	57.8	57.2
重倒……………………	45.8	48.3	46.3	46.3	55.2	55.2
細顫……………………	40.0	40.4	38.1	38.8	48.0	48.0
徐裝加輕顫…………	38.8	39.2	36.5	36.8	44.9	45.3
徐裝加輕夯…………	39.2	40.4	39.0	39.6	46.5	46.5
勻傾……………………	42.6	43.0	40.9	43.0	52.5	51.2
徐裝入水………………	46.4	46.4	41.6	41.9	55.8	55.2
在水中加顫動………	42.6	42.6	40.1	38.9	52.5	52.5

閱第六表，可知用『同時徐裝加微顫』法，求得之空隙，恆屬最小。『鬆倒』法求得之空隙最大，『徐裝不加顫夯』法，求得之空隙，除少數不計外，居第二最小，『裝入水中』法，有謂可以求得最小空隙者，實則與『徐裝』法比較，其空隙百分數恆較大。A類砂樣空隙之百分數，採用『徐裝』，『鬆倒』,『徐裝微顫』,『裝入水中』，及『裝入水中加微顫』等法，求得者，依次爲40.0,49.4,38.8,46.4及24.6,其最大差數爲10.7。

本試驗中，用以測驗各種砂石空隙之方法，爲『徐裝』法，其步驟如下：

首將玻璃量管置於豎立地位。次將測驗之砂樣，從管口處徐徐放入，務使砂粒落下之後，得跳躍自如，自歸靜止。迨裝滿145cc左右，尤爲注意，務使其餘5cc砂樣放入後，所成頂面，適與量管上150cc線相齊。測得之結果，詳見第七表。

第七表：一用『徐裝』法測得砂樣之空隙，以百分計。

砂別	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A'	B'	河砂
空隙	40.3	40.2	40.1	39.7	39.3	38.2	38.7	39.0	41.0	49.4	49.4	32.7

上法所用之量管容量僅250cc，爲數甚小，恐不準確，曾用半立方呎容量之量器，按照美國試驗材料工程學會所規定之標準方法，求河砂之重量，爲每立方呎108.5磅，其空隙爲百分之34.6。復將河砂自高約三尺之處，徐徐落入此量器，求得河砂之重量爲每立方呎116磅，其空隙爲百分之30.1。足見美國材料試驗學會之標準法，不能求得砂石之最小空隙，欲求砂石之最小空隙，以爲測驗之標準，則上述之『徐裝』法或較爲相宜。惟用250cc量管，所求得之河砂空隙爲百分32.7，可知量器之大小及砂粒放落位置之高低，與測得空隙之結果，均有關係。倘以『徐裝』法爲標準，則量器之容量，及放落砂粒位置之高低，又應加以規定方可。

比重測驗：取250cc玻璃量管，盛水150cc。另取乾燥之砂樣150cc，權其重量。然後加入盛水之玻璃量管中，觀察水面上升之度數。由此讀數，即可得沙樣之眞體積，及其比重。河砂之比重爲2.64，河砂自A類至I類之比重，爲2.62至2.68，石屑之比重，爲2.66。其結果詳見第八表：

第八表：　砂石之比重

砂　類	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A'	B'	河砂
比　重	2.65	2.65	2.66	2.62	2.63	2.63	2.68	2.62	2.62	2.66	2.66	2.64

試驗方法

大概步驟：試驗方法，第一要使河底流速適足以開始刷動河底砂石。然後觀測流量，水深以及流速之分配等等。惟砂床兩端之水深，變化甚微，故未加觀測。

砂床之預備：置適量擬試砂石放砂床中，散布平直，加以整理，其面與上下游渠底相齊，但不擊實之。

鑒定河底流速情形之造成：啓三吋徑給水管之匣門，將水徐徐放入玻璃渠中，至相當深度爲止。次啓十吋徑鐵管近口處之匣門，放入需要之流量，每秒自零至十立方呎。啓閘後，約待三分鐘，水流卽可穩定。然後將繫於操縱活門上之繩索放鬆，使活門徐徐下降，同時細察玻璃渠底砂粒之動靜。因活門下降，渠中水深減小，故流速隨之加大。河底砂粒由靜止而顫動，由顫動而開始移動。若仆門繼續下降，砂粒卽被刷矣。流量不變時，水深與流速之變化範圍，在渠底砂粒顫動期內較大，在砂粒由顫動而開始移動之期內較小。吾人每以爲保持一砂粒之移動，所需之流速，較使之由靜止而移動者爲小，就理論言之，固當如此，但在本試驗中，關於此節，並未有顯著分別，可以測得。余曾試投砂粒於渠之上端，砂粒投下之後，卽隨流在上游底板上滑動，及其流至砂床與其他同樣大小之砂粒相混，則其動止，卽與其他砂粒相同，換言之，卽苟此時之河底流速，小於，等於，或大於該項砂粒之鑒定河底流速，則此自上游隨水流來之砂粒，卽取靜止，開始移動，或移動之狀態，一如砂池中原有之砂粒，在A'，B'二組試驗中，所用砂石，爲A'B'二類，其形狀較爲扁平，已如上述。試驗時，發見砂粒未開始移動之前，面部砂粒，隨水流方向，作蓋瓦狀，各蓋住其相鄰砂粒之上端，此種現象似可減其所受流水之沖擊力。當砂粒開始移動之時，活門位置，卽行固定，此時之渠底流速，卽爲砂床內砂石之鑒定河底流速。

水深測驗：渠內水深，可由渠旁透明標尺直接讀之。讀時水面遇有波動，則取波頂與波底高之平均數。每次試驗於觀測

流速前後各測水深一次，二次讀數，常屬相同，故測二次足矣。

流量測驗：測定流量，用三十吋銳角矩形銅堰。堰頂水頭，自鈎形水尺讀之，讀數精度可至千分之一呎。測定流量，如測水深，亦於觀測流速前後各測一次，二次測得之數，亦常相等。銅堰堰頂水頭與流量之關係，事前已用量水箱作精確之測驗，製有標準曲線圖，可以取用。（見第十四圖）。

流速測驗：於開始正式試驗之前，曾將各種測驗流速之方法，加以研究，本試驗中所需之測驗流速方法，其條件如下：

(1) 須能測驗接近渠底之流速

(2) 須能測驗任何需要點之流速

(3) 須有相當之精度

試測所得之結果，無論適用與否，對於將來試驗者，或可作為參攷，爰不嫌煩冗，述之如次：

(a) 顏色法：一用小洋鐵箱一隻，以盛顏色溶液；銅管一根，徑大一分，長約三呎半，下端灣成直角。洋鐵箱底部邊旁，有一小嘴，可用橡皮管與銅管之上端相接。橡皮管備有夾針以施啓閉。箱頂有孔，可將過錳酸鉀溶液傾入之。置器於玻璃渠之上，以銅管下端插入水中，使達所需之水深，而以管口指向下游。每壓夾針一次，即有溶液一點自銅管下端流出，隨水流動。其流行綫路，可從其顏色察之。溶液流過預定行程所需之時間，可由停止表測之。惟因溶液自銅管口流出之後，未幾即四散，並不沿一直線流動，難以觀測，故此法不適用。

(b) 設標法：一初用二吋半直徑之橡皮球一隻，內灌適量之水，使之適能下沉，以線繫之。線之他端，繫於小軟木塞。校準線之長短，藉軟木塞之浮力，可置設標於任何需要之深度，惟此球過大，不能測驗接近渠底之流速，故亦不合於用。

次用一特製之沒標。該標為半吋徑之膠管，高三分，兩端用膠片封塞，於頂面鑽一小孔，以適量之紅色水灌入，使在水中適能下沉為度。以膠針塞住此孔，並以膠液封之。膠針頂端，備有小孔，以線繫之，線之他端，繫於小軟木塞。校準線之長短，藉軟木塞之浮力，可置沒標與渠底甚相近處，及其他適宜地點，以測流速。沒標流經預定距離所需之時間，可用停止表測之。惟在水流速度過高時，沒標重量太輕，易於飄動，不能保持在一定之高度。在水流較緩時，此法對於上述(1)(2)兩條件，均能適合，惟因沒標本身甚小，而所用之線較粗，易受影響，故仍未採用。

(c) 測角法：一此法係一建議，並未

詳加研究，不過以極簡陋之方法，略試之而已。用線長尺許，以一端繫於能在水中下沉之球上，他端繫於細竿之末。將竿端插入水中，球受流力，即移向下游，使線與竿之間成一角度，角之大小，即視流速之大小而定，可藉以測驗流速。惟綫向下游彎曲，可知此線亦受有流力，對於球之位置，不無影響。是以苟欲採用此法，即須用極細之絲線，或其他更宜之物，如薄金片之類，以片口向上游，而免影響球之位置。片之上端，或用針節，或用其他特別方法，與竿之下端相接，使球與片作鐘擺狀，可以轉動自如。片與竿所成之角度，或以刻有度數之圓弧，置於棒之下端針節處以讀之，倘能用適宜之機械，傳其動作於水面，從圓度儀上讀之，則更便矣。

此法之特點，在能作立刻的觀測，倘有重量不同之標準球若干，以便在各種流速之下，均可應用，則上述三種需要條件，均能適合，亦未可知也。

(d) 畢篤德管法：一渠底流速在一呎秒以上之各組試驗中，均採用畢篤德管法(Pitot Tube)。此法用畢篤德管及畢蘇米突管(Piezometer)各一，玻璃管二，並橡皮管等，裝釘於木板之上。木板刻有指尺二處，相距一呎，指尺各長十分之一呎，作十等分。橫跨於渠槽之上者，有一木架，可沿渠移動。另有一架，置於縱動木架之上，可以橫向移動。橫動木架之上，有一呎長之豎尺，刻作十等分，其零點相當於畢篤德管之下端置於渠底時之高度。畢篤德管，用箝繫於豎尺之上，管之下端，可由指尺及豎尺估算，置於所需之水深。畢篤德管之下端，能直達渠底，但在本試驗中，所測之最低位置，離渠底爲 0.025 呎。觀測時，先將玻璃管中之空氣，抽去一部，使成半眞空，渠中之水，得由下端管口上升至適宜之高度。此器已由楊乃爾君校準，製成標尺，刻成呎秒數，可以取用。將標尺之零線，與任何玻璃管中之水面置齊，於另一玻璃管中之水面相齊處所讀之數，即爲所需之流速。

(e) 小流速儀法：一創造該小流速儀者，爲美國軍政部工程師施嘉克氏(C. H. Smoke)。該儀之構造甚精巧。著者因與施氏及該部住愛我華區主任奈爾遜氏(M. E. Nelson)均索所相識，故得商借應用。所有各組試驗，其河底流速小於一呎秒，不能用畢篤德管測驗者，均用此儀測之，此儀有一輪，一架，及一連竿等。輪爲鋼質，直徑六分，共分四翼，其一翼面有光耀，輪軸兩端尖細。架系銅質，作半圓形，上下兩端，各有可以校準之寶石輪墊，上端並有螺絲眼，以與接竿相接。另以鉤形

水呎，釘於畢篤德管法中所用豎尺之上，將水尺之鈎除去，以接竿之上端，與水尺之下端相接。是以此儀可置於任何水深，並可値至與河底僅距離0.05呎之處，輪隨水流旋轉，每轉一周，其翼即發出閃光，可自渠外察之。旋轉之周數，藉此可以測算。每輪轉五十周所需之時間，由停止表測之。於渠之中心及距兩邊各五吋處等三處施測。每處各自水面至水底往返各測若干點，點與點間之距離，愈近渠底愈小。小流速儀曾由美國軍政部工程師部校準。其校準記載，見第十六表及第八圖。

第十六表：一小流速儀校準速度表

R.P.S.	.09	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.096	.098	.100	.103	.106	.109	.112	.115	.118	.121
.1	.125	.128	.132	.135	.139	.143	.147	.151	.155	.159
.2	.164	.168	.173	.177	.182	.187	.192	.197	.202	.207
.3	.212	.217	.223	.228	.233	.238	.244	.249	.254	.259
.4	.265	.270	.276	.281	.287	.292	.296	.303	.209	.314
.5	.320	.325	.330	.336	.341	.347	.352	.358	.363	.369
.6	.374	.380	.385	.391	.396	.402	.407	.412	.418	.423
.7	.429	.434	.440	.445	.451	.456	.462	.467	.473	.478
.8	.484	.489	.495	.500	.505	.511	.516	.522	.527	.533
.9	.538	.544	.549	.555	.560	.566	.571	.577	.582	.588
1.0	.593	.598	.604	.609	.615	.620	.626	.631	.637	.642
1.1	.648	.653	.639	.664	.670	.675	.681	.686	.691	.697
1.2	.702	.708	.713	.719	.724	.730	.735	.741	.746	.752

1.3	.757	,763	.768	.774	.779	.784	.790	.795	.801	.806
1.4	.812	.817	.823	.828	.834	.839	.845	.850	.856	.861
1.5	.867	.872	.877	.883	.888	.894	.899	.905	.910	.916
1.6	.921	.927	.932	.938	.943	.949	.954	.959	.965	.970
1.7	.976	.981	.987	.992	.998	1.003	1.009	1.014	1.020	1.025
1.8	1.031	1.036	1.042	1.047	1.052	1.058	1.063	1.069	1.074	1.080
1.9	1.085	1.091	1.096	1.102	1.107	1.113	1.118	1.124	1.129	1.135
2.0	1.140	1.145	1.151	1.156	1.162	1.167	1.173	1.178	1.184	1.189
2.1	1.195	1.200	1.206	1.211	1.217	1.222	1.228	1.233	1.238	1.244
2.2	1.249	1.255	1.260	1.266	1.271	1.227	1.282	1.288	1.293	1.299
2.3	1.304	1.310	1.315	1.321	1.326	1.331	1.337	1.342	1.348	1.353
2.4	1.359	1.364	1.370	1.375	1.381	1.366	1.392	1.397	1.403	1.408
2.5	1.414	1.419	1.424	1.430	1.435	1.441	1.446	1.452	1.457	1.463
2.6	1.468	1.474	1.479	1.485	1.490	1.496	1.501	1.506	1.512	1.517
2.7	1.523	1.528	1.534	1.539	1.545	1.550	1.556	1.561	1.567	1.572
2.8	1.578	1.583	1.589	1.594	1.599	1.605	1.610	1.616	1.621	1.627
2.9	1.632	1.638	1.643	1.649	1.654	1.660	1.665	1.671	1.676	1.682
3.0	1.687	1.692	1.698	1.703	1.709	1.714	1.720	1.725	1.731	1.736

3.1	1.742	1 747	1.753	1.758	1.764	1.769	1.775	1.780	1.785	1.791
3.2	1.796	1.802	1.807	1.813	1.818	1.824	1.829	1.835	1.840	1.846
3.3	1.851	1.857	1.862	1.868	1 873	1.878	1.884	1.889	1.895	1.900
3.4	1.906	1.911	1.917	1.922	1.928	1.933	1.939	1.944	1.950	1.955
3.5	1.961	1.966	1.971	1.977	1.982	1.988	1.933	1.999	2.004	2.010
3.6	2.015	2.021	2.026	2.032	2.037	2.043	2.048	2.053	2.059	2.064

Wn—J—3—B　　$V=0.547\ N+0.046$

試驗成果之整理及經驗公式之化求

試驗記載之整理：因各組試驗測驗流速所用之方法不同，故是項記載，須加以校正，方能互相比較。校正流速紀載，以三十吋銳角銅堰爲標準。

試驗用水之流量，從堰上水頭之大小定之。因渠槽之寬度，上下一律，故渠中流水之橫斷面，可從水深定之。以流水之橫斷面積除流量，即得平均流速。該項平均流速，茲名爲眞平均流速。

又從測得之流速，及觀測點之位置，算出平均流速，名之曰實測平均流速。實測平均流速，用梯形面積法求之。（見Eng. News, 第59册，682-684頁）

求得眞平均流速及測得之平均流速之後，測得之平均流速，除眞平均流速，得其比例，爲校正係數，以之乘同次試驗中各測得之流速，即得其相當之眞流速，以與其他各組試驗，互相比較。

在B, C, D, E, 及F, 等組中，沿中左右三縱線之流速分配情形，便此相似。渠底全部大部同時臻臨界狀態，故三線之流速，可以互相平均。以校正係數，乘平均縱線上各點之流速，而得各該點之眞流速。

在A, G, H, I, A', 及 B' 等組中，因該渠槽，同時須供給他項試驗之用，渠槽上端情形，略有變更，以致沿左邊縱線之流速，恆與沿其餘二縱線等高處之流速不同。右部三分之二渠底，已臻臨界狀態時，左邊三分之一，渠底砂粒，並無移動情形，因流速之觀測，係於此時行之，故在各該組中，將中右兩流速縱線互相平均。以校正係數，乘此平均流速縱線上各點之流速，而得其相當之眞流速。茲將原記載及

其初步計算。舉例示之如第九表。

第九表：一 原記載及其初步計算舉例

(a)畢篤德管，B組，第一次

堰上水頭： 試驗之前，H=0.712呎；試驗之後，H=0.714呎

水　　深： 試驗之前，D=1.084呎；試驗之後，D=1.086呎

流水橫斷面積： 試驗之前，A=2.55×1.085=2.76平方呎

流　　量： Q=5.67秒立方呎

眞平均流速： $Vm = Q/A = 5.76/2.67 = 2.05$呎秒

測得之平均流速： $V'm = 2.271/1.085 = 2.09$呎秒

校正係數： $r = Vm/V'm = 2.05/2.09 = 0.982$

離渠底高 以呎計	測得之流速(以呎秒計)				重水深 以呎計	每呎渠寬之流量 以秒呎計	眞流速 以呎秒計
	左	中	右	平均			
0.025	1.30	1.30	1.30	1.30	0.0375	0.049	1.28
0.05	1.60	1.60	1.60	1.60	0.0375	0.060	1.57
0.10	1.65	1.75	1.85	1.75	0.075	0.131	1.72
0.20	1.70	1.90	1.95	1.85	0.150	0.277	1.82
0.40	1.80	2.25	2.10	2.05	0.175	0.359	2.01
0.55	2.10	2.45	2.15	2.23	0.125	0.279	2.19
0.65	2.20	2.50	2.15	2.28	0.125	0.285	2.24
0.80	2.15	2.55	2.35	2.35	0.150	0.352	2.31
0.95	1.90	2.55	2.40	2.28	0.210	0.479	2.24
					1.085	2.271	

(b)小流速儀法，G組，第九次

堰上水頭：　試驗之前，H=0.278呎；試驗之後，H=0.279呎

水　　深：　試驗之前，D=0.756呎；試驗之後，D=0.756呎

流水橫斷面積：　試驗之前，A=2.55呎×X 0.756=1.93平方呎

流　　量：　Q=1.23秒立方呎

眞平均流速：　$Vm = Q/A = 1.23/1.93 = 0.637$ 呎秒

測得之平均流速：　$V'm = 0.4764/0.756 = 0.630$ 呎秒

校正係數：　$r = Vm/V'm = 0.637/0.630 = 1.01$

離渠底高 以呎計	每50轉所需之時間以秒計			每秒轉數		
	左	中	右	左	中	右
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
0.05	76.8	42.2	43.2	.651	1.19	1.16
0.10	66.0	40.4	40.6	.757	1.24	1.25
0.20	65.0	39.8	41.0	.769	1.26	1.22
0.40	53.0	39.2	41.2	.943	1.28	1.21
0.60	68.8	39.2	42.8	.726	1.28	1.17
0.70	73.6	41.6	50.0	.679	1.20	1.00

離渠底高 以呎計	流速以呎秒計				重深 以呎計	每呎河寬之流量 以秒呎計	(9),(10)之平均數	校正流速 =r(14) 以呎秒計
	左	中	右	平均				
(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
0.05	.403	.697	.681	.594	.075	0.0460	.689	.696
0.10	.460	.724	.719	.634	.075	0.0475	.722	.729
0.20	.466	.735	.713	.638	.150	0.0957	.724	.731

0.40	.562	.746	.708	.672	200	0.1344	.727	.734
0.60	.443	.746	.686	.625	.150	0.0937	.716	.723
0.70	.417	.702	.593	.571	.106	0.0605	.648	.654
					.756	0.4764		

綜合記載及流速縱曲線樣圖：一校正後之記載，綜合如第十表。臨界時之流速縱曲線，舉例如第九圖。圖中横坐標爲校正後之流速，縱坐標爲離渠底之高度。閱第九圖，可知在臨界情形之下，渠底砂粒爲同類時，渠底附近，如離底0.05呎或0.025 呎處之流速分配情形，不因各次流量之不同而異，蓋流量之增減，可由水深及平均流速之增減相抵也。

第十表：一綜合記載（注意表中No.=次數；Q=流量以秒呎計；d=離渠底高度以呎計；v=速度以呎秒計。）

A組　渠底砂粒之大小爲0.226"									
No.（1） Q=6.96		（2） 6.64		（3） 6.29		（4） 5.84		（5） 5.40	
d	v	d	v	d	v	d	v	d	v
0.025	1.52	0.025	1.51	0.025	1.56	0.025	1.52	0.025	1.49
0.05	1.90	0.05	1.87	0.05	1.90	0.05	1.90	0.05	1.94
0.10	2 21	0.10	2.29	0.10	2.23	0.10	2.19	0.10	2.14
0.20	2.36	0.20	2.39	0.20	2.36	0.20	2.38	0.20	2.35
0.40	2.44	0.40	2.42	0.40	2.40	0.40	2.31	0.40	2.29
0.60	2.29	0.60	2.15	0.60	2.18	0.60	2.34	0.60	2.21
0.80	2.15	0.80	2.07	0.80	2.08	0.80	2.06	0.80	2.04
1.00	1.98	1.00	1.90	1.00	1.80	1.00	1.95	1.00	1.58

1.20	1.72	1.20	1.66	1.20	1.56	1.08	1.68	1.085	1.95
1.30	1.45	1.28	1.44	1.26	1.95	1.13	2.026		
1.348	2.025	1.315	1.98						
No.(6) Q=4.93		(7) 4.44		(8) 4.00		(9) 3.55		(10) 3.24	
d	v	d	v	d	v	d	v	d	v
0.025	1.53	0.025	1.47	0.025	1.50	0.025	1.57	0.025	1.59
0.05	1.91	0.05	1.85	0.05	1.84	0.05	1.83	0.05	1.85
0.10	2.25	0.10	2.11	0.10	2.08	0.10	2.10	0.10	2.01
0.20	2.37	0.20	2.24	0.20	2.25	0.20	2.19	0.20	2.28
0.40	2.31	0.40	2.21	0.40	2.22	0.40	2.26	0.40	2.11
0.60	2.20	0.60	2.07	0.60	2.10	0.60	1.94	0.60	1.75
0.80	1.72	0.80	1.81	0.80	1.79	0.72	1.66	0.66	1.62
0.96	1.53	0.88	1.54	0.838	1.875	0.762	1.825	0.702	1.81
1.002	1.925	0.92	1.89						

鑒定渠底流速之計算：因在臨界情形之下，同組異次各試驗中，渠底附近處流速之分布，不因流量之不同，而生顯著之差異，故在該種範圍之內，似可任選一點或數點，以其流速作爲鑒定渠底流速之代表。測驗流速之點與渠底相隔最近者　用畢篤德管測驗各組中爲0.025呎，　用小流速儀測驗各組中爲0.05呎，故與渠底相隔最近而所有各組試驗中，又均有觀測者，離渠底爲0.05呎。欲求用流速儀觀測之各組中，離渠底0.025呎處之流速，　及所有各組中離渠底小於0.025呎處之流速，　其方法如次。

於用畢篤德管各組試驗中，計算離渠底0.025呎處與0.05　呎處臨界流之比例。以此比例爲縱坐標，以渠底砂粒之大小爲橫坐標，畫點於對數紙，經過各點，可作一直線，綫之斜傾爲負，可知砂粒愈小，

比例愈大。將此線延長使包括全部試驗範圍，則由此直線，可求用小流速儀各組試驗中之同樣比例，以此比例乘各該組離渠底0.05呎處之流速，即得其離渠底0.025呎處之流速。假定離渠底0.05呎以下，流速之變化均勻，換言之，即假定渠底流速與離渠底0.025呎處流速之比例，等於離渠渠底0.025呎處與離渠底 0.05呎處流速之比例相等，則渠底流速，可以此比例乘離渠底0.025呎處之流速得之。由此化得之流速，雖不十分準確，但比任意假定，當屬較為可靠，況以0.025呎水深，與自水面至渠底之總深比較，為數甚小，而渠底附近流速分佈之趨勢，從流速縱曲線觀之，亦尚屬均勻，故化得之渠底流速，當亦可取用。茲將所選各點之平均渠底流速，總列於第十一表。

第十一表：—平均渠底流速（注意：表中括弧內之數字係化得數，其餘為實測數）

組或類	渠底砂粒之大小（以吋計）	比例數 $\frac{V_{0.025}}{V_{0.05}}$	離渠底高度以呎計 0.05	0.025	0.00
			鑒定渠底流速以呎秒計 $V_{0.05}$	$V_{0.025}$	$V_{0.00}$
A	0.226	.814	1.88	1.53	(1.24)
B	0.158	.823	1.60	1.33	(1.11)
C	0.112	.841	1.32	1.11	(0.93)
D	0.079	.848	1.13	0.96	(0.82)
E	0.056	.860	1.01	0.87	(0.75)
F	0.0394	.900	0.80	0.72	(0.65)
G	0.028	(.916)	0.724	(0.664)	(0.608)
H	0.0198	(.935)	0.591	(0.552)	(0.515)
I	0.014	(.955)	0.493	(0.471)	(0.450)

A'	0.226	.831	1.082	1.51	(1.25)
B'	0.158	.834	1.57	1.32	(1.10)

公式之推演：(a)砂粒大小與鑒定渠底流速間關係之公式：以渠底砂粒大小為橫坐標，以離渠底0.05呎與0.025呎，及渠底三處之鑒定渠底流速為縱坐標，作點於對數紙，每種點子各組之重心，成一直綫。以第十一圖。各該記載之變化範圍亦在圖中表明。該項直線之公式為

$$V_{cb} = K_1 A^p \cdots\cdots(12)$$

或 $$A = K_2 V_{cb}^q \cdots\cdots(13)$$

上式中，A ＝渠底砂粒之大小

V_{cb} ＝鑒定渠底流速

K_1 ＝砂粒大小為單位時之鑒定流速

P ＝直線之傾斜

K_2 ＝流速為單位時之砂粒大小

$q = \frac{1}{p}$ ＝直綫之反傾斜

若砂粒之大小以吋計，流速以呎秒計，以離渠底0.05呎及0.025呎並渠底等三處流速作為鑒定渠底流速，則得公式如下：

$$V_{0.05} = 3.85 A^{0.48} \cdots\cdots(14)$$

$$V_{0.025} = 2.83 A^{0.42} \cdots\cdots(15)$$

及 $$V_{0.00} = 2.07 A^{0.35} \cdots\cdots(16)$$

或 $$A = 0.06 V_{0.05}^{2.1} \cdots\cdots(17)$$

$$A = 0.08 V_{0.025}^{2.4} \cdots\cdots(18)$$

及 $$A = 0.13 V_{0.00}^{2.8} \cdots\cdots(19)$$

若砂粒之大小以公厘計，流速以公尺秒計，則上列公式，依次變為：

$$V_{15.0} = 0.248 A^{0.48} \cdots\cdots(20)$$

$$V_{7.5} = 0.222 A^{0.42} \cdots\cdots(21)$$

及 $$V_{0.0} = 0.204 A^{0.35} \cdots\cdots(22)$$

或 $$A = 17.9 V_{15.0}^{2.1} \cdots\cdots(23)$$

$$A = 35.6 V_{2.5}^{2.4} \cdots\cdots(24)$$

及 $$A = 93.0 V_{0.0}^{2.8} \cdots\cdots(25)$$

(b) 砂粒大小水深及鑒定平均流速間關係之公式：一試驗時之水深及鑒定平均流速，綜列於第十二表。B, C, D, E, 及 F 等組試驗，渠槽均勻，測驗成果，製成第11圖 (a)。A, G, H, I, A' 及 B' 等組試驗中，渠槽上游，因同時須供其他試驗之用，致有改動，其成果，繪於第11圖(b)。圖中各點，雖不甚整齊，但亦可示下列二事：第一，若水深相同，則渠底砂粒愈大，鑒定平均流速亦愈大；第二，若渠底砂粒大小相同，則水深愈大，鑒定平均流速亦愈大。換言之，鑒定平均流速為渠底物之性質及其顆粒之大小不同，鑒定平均流速，即為渠底砂粒之大小及水深二者之函數。

第十二表：一水深及平均流速總表

組別或類別	試驗次數 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(a)甲種渠槽(均勻)										
B	D=1.085 V=2.051	0.795 1.95	0.600 1.87	0.413 1.80	0.840 2.01	0.650 1.92	0.483 1.77	0.311 1.78	呎 呎秒	
C	D=1.312 V=1.73	1.155 1.66	0.713 1.56	0.456 1.47	0.319 1.46	1.178 1.71	0.889 1.55	0.575 1.53	0.364 1.47	0.255 1.37
D	D=1.424 V=1.42	1.032 1.40	0.751 1.36	0.490 1.30	1.172 1.47	0.894 1.36	0.597 1.37	0.402 1.30	0.321 1.23	0.236 1.25
E	D=1.435 V=1.21	1.214 1.26	1.002 1.17	0.740 1.19	0.566 1.17	0.450 1.15	0.326 1.15	0.231 1.05		
F	D=1.361 V=1.05	1.105 1.06	0.905 1.01	0.745 0.98	0.621 0.92	0.524 0.90	0.382 0.93	0.283 0.92	0.203 0.83	
(b)乙種渠槽(不均勻)										
A	D=1.348 V=2.03	1.315 1.96	1.260 1.95	1.130 2.03	1.085 1.95	1.002 1.93	0.920 1.89	0.838 1.88	0.762 1.83	0.702 1.81
G	D=1.785 V=0.816	1.576 0.742	1.251 0.731	1.122 0.738	1.027 0.725	0.990 0.701	0.870 0.653	0.797 0.653	0.756 0.637	
H	D=1.672 V=0.694	1.590 0.660	1.452 0.667	1.370 0.650	1.290 0.634	1.159 0.633	1.089 0.626	1.010 0.620	0.933 0.613	
I	D=1.563 V=0.564	1.513 0.549	1.355 0.555	1.244 0.524	1.151 0.503	1.017 0.508	0.970 0.485	0.866 0.502	0.801 0.486	
A'	D=1.299 V=2.07	1.230 2.05	1.148 2.00	1.073 1.93	0.992 1.90	0.912 1.85	0.835 1.82	0.757 1.78		
B'	D=1.280 V=1.67	1.242 1.75	1.164 1.69	1.089 1.67	1.016 1.59	0.934 1.54	0.850 1.50	0.774 1.48	呎 呎秒	

於第十一圖(a)或(b)，經過每組試驗之各點，可作一直線。渠槽情形相同時，各組直線，大抵平行。該項直線之普通公式爲

$$\text{Log } Vm = n \text{ Log } D + \text{Log } c \cdots (26)$$

或　$Vm = cD^n$ ……………(27)

茲將上式中係數c及指數n之值列如第十三表。

第十三表：— $V_m = cD^n$ 式中 c 及 n 之值：

渠槽情形	渠底砂粒 類別	渠底砂粒 大小以吋計	c	n
甲種渠槽(上游均匀)	B	0.158	2.03	0.129
	C	0.112	1.66	
	D	0.079	1.43	
	E	0.056	1.23	
	F	0.394	1.02	
乙種渠槽(上游不均匀)	A及A'	0.226	1.92	0.215
	B'	0.158	1.61	
	G	0.028	0.70	
	H	0.198	0.614	
	I	0.014	0.505	

將c之數值與渠底砂粒之大小，於對數紙上繪之，得第十二圖，及下列算式：

甲種渠槽　$C = 5.1 A^{0.494}$ …………(28)

乙種渠槽　$C = 3.9 A^{0.467}$ …………(29)

故渠底砂粒之大小，水深及鑒定平均流速三者之關係，可以下式示之：

甲種渠槽　$Vm = 5.1 A^{0.494} D^{0.129}$ …(30)

乙種渠槽　$Vm = 3.9 A^{0.467} D^{0.215}$ …(31)

將上式中之指數第三位略去，得

甲種渠槽　$Vm = 5.1 A^{.50} D^{0.13}$ ….(32)

乙種渠槽　$Vm = 3.9 A^{.47} D^{.22}$ …….(33)

新經驗公式之討論

砂粒大小與鑒定渠底流速間關係之公式：以本試驗所得之記載，及由新公式中計算所得之數，與杜步華(Dubuat)及薛福納克(Shaffernak)二氏之記載比較，可於第十三圖見其梗概。杜氏之記載，見第十四表。表中鑒定流速之單位已化爲公尺秒，其渠底砂粒之大小，係約估之數。

第十四表：—杜步華之鑒定渠底流速

渠底物之種類及其大小以公釐計		臨界渠底流速 以公尺秒計
陶土	1/64—1/32	0.081
卵石(大如茴香)	2	0.108
卵石(大如豌豆)	5	0.190
粗砂石	6	0.206
吋徑卵石	27	0.649

本試驗所用砂粒之大小，界於0.355公厘(0.014")與5.75公厘(0.226")之間，而薛福納克所用者，約自5公釐至70公釐。雖二者所用之砂粒，大小懸殊，而由新公式算得之鑒定渠底流速，與薛氏之記載比較，大致尙屬相近，殊屬有趣。杜氏之鑒定渠底流速較小，蓋因彼假定渠底流速，等於沿渠底移動紅蘿蔔之速度，實則紅蘿蔔受渠底阻力，其速度當較渠底流速爲小也。薛氏之鑒定渠底流速，亦非直接測得者，乃從計算得之，薛氏謂渠試驗之水深，厚僅五公厘，故其平均流速，可以代表渠底流速。

因在臨界狀態之下，渠底附近流速之分佈，不隨流量平均速度，及水深之不同，而有顯著之差異，故自(14)至(16)，(17)至(19)，或其他相似之公式，均可應用。選用該項公式，可隨各人所好，惟須視當地有無測驗該點流速之器具，以決其能否應用耳。

砂粒大小，水深，及鑒定平均流速間關係之公式：—(30)及(31)兩式中，渠底砂粒之大小，水深，及鑒定平均流速，三者之關係，與上文所舉，耿乃端(R. G.

Ken nedy) 及賴瑟 (G. Lacey) 二氏之理論相似。惟此二式，不能任意取用，因試驗之渠槽固定，與水流砂中者不同，其縱流速曲線亦異也。

渠槽之恆一與否，視渠底流速如何爲定。若渠底物質不變，則其鑒定渠底流速亦不變，而其鑒定平均流速，則隨縱流速曲線之狀態如何而異，故吾人對於鑒定渠底流速，應比鑒定平均流速，尤爲注意。惟苟能於天然河流或溝渠中，作長期觀測，有充分記載，以爲依據，求得相似之公式，則大有用也。又因在天然河流或溝渠中，必須沿河床或渠槽周圍之水流，均爲鑒定流速，其河床或渠槽方能穩定，而臻恆一狀態，故鑒定平均流速，當不僅爲渠底砂粒及水深之函數，而與渠底砂粒及水半徑有關，如賴氏所言者也。

第四章　應用

試驗成果之應用

總論：天然河流或溝渠中所含砂質，大都包括種類甚多，而試驗時所用之渠底砂粒，則大小均勻，由試驗所得之成果，是否可用以解求天然河流或溝渠之整理問題，殊屬疑問。著者對於此點，亦曾疑慮多時。直至觀察砂粒之移動情形，始知並無妨礙。茲將砂粒移動情形，說明如次。

渠底砂粒大小均勻時之移動：先將渠底砂粒大小均勻者，加以研究。試驗結果，知當渠底流速，逐漸增大，超過鑒定渠底流速，則渠底砂粒開始移動，其移動方式，初則或滚 (Rolliug) 或滑 (Sliding) 或跳 (Jumping)，終則成爲砂浪形移動。(Sanp dunes Wave motion)

砂浪形移動，大抵由於渠底凹凸不平，或其他障礙物造成。砂粒開始移動之後，遇有渠底不平之處，即發生砂浪。若渠底原甚平直，則由冲刷或淤墊之不均，亦可造成渠底之不平而發生砂浪。是故渠底砂粒開始移動之後，砂浪之發生，在所不免，而鑒定渠底流速，亦可謂爲砂浪移動之下極限也。若渠底速度再加大，則此式移動，將依次改爲光面式 (Smooth phase)，反砂浪式 (Anti sand dunes wave motion)，迴舞式 (Saltation) 及浮懸式 (Suspension)。此時之渠底，自不穩定。倘渠底物爲同樣之砂粒，則渠底必漸被刷深，直至新渠底流速，因橫斷面及水深之增加，逐漸減小，至仍與鑒定渠底流速相等而成平衡。故就渠槽之穩定而論，各該項運動，均爲暫時性質。

砂浪之傾斜上端較平，而下端峻峭，作砂浪形移動時，上端被冲刷，而下端淤墊。砂粒由砂浪之上，因流力作用向下游

移動，比越過浪峯，則因重力作用，墮入浪谷，淤後復刷，刷後復淤，如渠底之流速不變，則砂浪之進行亦不已也。

渠底砂粒包含數種大小時之移動：次取A, D,及G三類河砂各若干，混合均勻，以之爲渠底物，加以研究。研究結果，G類砂粒開始移動時，離渠底0.05呎處之流速爲 0.783呎秒，而不與G組試驗所得該處之鑒定渠底流速0.714呎秒。D類及A類砂粒開始移動時，離渠底0.05呎處之流速，爲0.874呎秒及0.913呎秒，亦不等於在D組及A組試驗中所得之1.132呎秒及1.879呎秒。換言之，移動此混合物中G類砂粒所需之渠底流速，較渠底砂粒全屬G類並無他類砂粒羼入者，約高百分之十；而移動此混合物中D類及A類砂粒所需之渠底流速，則較渠底砂粒均爲D類或A類並無他類砂粒羼入者，小百分之二十及五十。(見第十五表)

第十五表：一特組渠底物包含等管之A, D及G三類河砂。Q=2.68秒呎。在乙種渠槽內試驗。

a		b		c	
d	v	d	v	d	v
0.05	0.783	0.05	0.874	0.05	0.913
0.10	0.870	0.10	0.962	0.10	1.02
0.20	0.913	0.20	1.01	0.20	1.06
0.40	0.940	0.40	1.04	0.40	1.10
0.60	0.916	0.60	1.02	0.60	1.08
0.80	0.762	0.80	0.847	0.80	0.865
1.00	0.698	1.00	0.766	1.00	0.796
1.20	0.652	1.10	0.789	1.09	0.964
1.31	0.802	1.16	0.967		

附註：(a) G類砂粒開始移動，D及A穩定。
(b) G移動；D,開始移動；A穩定。
(c) G及A均移動；A,開始移動。
d=離渠底之離度以呎計
v=速度以呎秒計

渠底混合物中，粗者對於細者之影響，蓋因粗者之孔隙，可爲細者藏匿之所，使細者得以免於或減少水流之衝擊力。細者對於粗者之影響，可以分述如下。

(1) 當混合物中之顆粒細者，被水刷去之後，致粗者高露於渠床之上，下失支撐，上失依蔽，而與渠底砂粒原屬均匀者不同。下失支撐，則抵抗水流衝擊之力弱。上失依蔽，則受水流衝擊之面積加大，而所受之衝擊力亦加大。且因水流之速度，從渠底起，大概離渠底愈遠愈大，至離渠底高約十分之七水深處爲最大，故周圍細砂被刷之後，所留粒砂，不但承受水流衝擊之面積加大，而所受水流衝力擊之強度及其數量均加大也。

(2) 細砂之移動，足以使粗砂與渠底間之阻力減低， 其作用與承重珠 (Ball bearing) 無異也。

(3) 細砂向粗砂移動時，對於粗砂，發生衝擊力。

因上述作用，粗砂單獨存在時不能移動者，與細砂混合時，即能移動，故關於上章所述巨石之轉運，又可添，解釋矣。設該項在奧汾谷發見之巨石，其平均徑長爲20呎或240吋，則由第14公式計算之，

$$V_{0.05} = 3.85\ A^{0.48}$$

得離渠底0.05呎處之鑒定渠底流速爲56.8呎秒。若細砂之作用，可以減低所需之鑒定渠底流速百分之五十，則移動該項巨石，僅需渠底流速28.4呎秒。按此數並不爲大，因該處河槽之比降每哩有四百呎之多也。

粗砂與細砂混合，雖較單獨存在時，易被流水遷動，但係一時現象，因該項粗砂，不久即被分出故耳。其分出之方法如下：

(1) 有時粗砂尚未完全露出被水遷動，其底脚或近旁之細砂，已被刷空成穴，致使陷入穴中，免於遷動，及砂浪峯過去之後，此項作用，或可輾轉重生，卒致粗砂盡沉渠底，落於細砂之後，因而與細砂分離，是爲落後法。

(2) 砂浪形移動之易於發生，前已言之。倘粗砂不因落後與細砂分離，而露出於渠槽之上，致因細砂作用，同被流水遷動，則於經過砂浪峯時，粗砂因較大且重，恆首先下墮，佔居砂浪谷之最低位置，及砂浪幾遷之後，所有粗砂，盡在渠底，而與細砂分離矣，是爲跳前法。

因上述二種作用，粗砂從混合物中分出，於渠底最低處成一薄層，以其所需之鑒定渠底流速，較實在之渠底流速爲大，且四周有同類粗砂，相互支撐相且依蔽，若水流之速度不變，自可不與上層細砂，

同被流水繼續遷動，所有繼續遷動之砂粒，其所需之鑒定渠底流速，當皆較實在之渠底流速爲小或相等者。

結論：關於混合物轉運之研究，雖不充裕，惟下列各點，已可見矣。

(1) 渠底砂粒中，若有較細之砂粒羼入，則其移動所需之渠底流速，較單獨存在時所需者爲小。

(2) 若渠底物爲大小各類砂粒混合而成，其中大者所需之鑒定渠底流速，較實在之渠底流速爲大，則其大者之移動，爲臨時性，不久即可由落後法或跌前法，從混合物中分出。

(3) 恆一河槽中移動之砂，可含大小各類，但除臨時性質者之外，其被遷動之各砂粒，所需之鑒定渠底流速，必均較實在之渠底流速爲小。因冰塊或其他特殊作用而移動之砂粒，自當作爲例外。

(4) 砂粒與鑒定渠底流速之關係，於模型試驗中得之者，或可於天然河道中應用之。在天然之恆一河槽中，實在之河底流速或與被轉運各砂粒中，其抵抗力最大者所需之鑒定渠底流速相等。若他項原素均不變時，即與被轉運各砂粒中之最大及最重者之鑒定渠底流速相等。

含砂河道普通治法之討論

大綱：治河問題，範圍至廣，非本篇所能詳細討論。茲根據本篇研究結果，約略述之。簡言之，凡工程能使渠底流速增大者，即有刷深渠底之趨勢；反之，淤淺。

裁灣取直：裁灣取直，可以減短河流之長度，河流之長度減短，則比降增加，比降增加，則流速加大。設裁灣取直後之河槽深度與原有之河槽深度相等，槽底之砂質亦相同，則新河槽內之流速必較舊河槽者爲大，甚爲明顯。若舊槽在原有情形之下，適屬穩定，則新槽必可刷深。盧壽來(S. L. Rothery)謂於加利福尼亞州柯羅拉多河三角洲中，(Delta of the Colorado Cal.) 開裁灣取直之平行新引河二道，各寬 108呎，深自4呎至8呎，其總容量僅爲該河洪水流量之四十分之一至二十分之一，引水入新槽後，新槽立被冲刷深廣，裁灣取直之功，於此可見一班。(見Trans. Am. Soc. C. E. 第86册1412-1447頁)。

裁灣取直之法，苟用得其宜，則新引河之刷深，固屬無疑，但所刷出之泥砂，是否能隨流入海，不致爲害下游河床，非愼加考慮不可。治理密西西比河者，不肯輕易裁灣取直，即以此也。

雖然，設計治理全河之計劃時，對於裁灣取直，仍應與其他治法，同加研究，倘固屬經濟，終當採用也。買亞米河工局

(Miami Conservancy District 治理買亞米河(Miami River 於屈廬 Troy)，段墩(Dayton)，普士通(Poast town)，米達爾通(Middle town)及漢米爾墩(Hamilton)等五處，裁灣取直，(見Hydraulics of the Miami Flood Control Project, Technical Reports Part Ⅶ)，據愛福德(C. H. Eiffert)報告，該項工程，結果之佳，業已證實。(見Trans. Am. Soc. C. E. 第99冊第1583–1622頁)。

東水工程：東水工程，使河寬減小，其最初成果，爲被東段之上端，水面漲高，因該處之水面漲高，則被東段之比降以及平均流速並渠底流速均隨之增加，致使河底刷深，橫斷面增大，而流速復因之減低，直至河底流速等於鑒定河底流速而成平衡。我國明代河工名家潘公季馴，主張築堤東水，東水攻砂,亦此理也。(見河防一覽)近世各國，對於順壩挑水壩及丁字壩等，已大事研究，廣爲採用。恩格斯對於丁字壩之形狀大小方向及其間距等與砂質河床之關係，曾爲富有價值之試驗。(見1904年Zeit Für Bauwesen)

東水攻砂之理論，雖牢不可破，但欲應用，則叉甚難，胡固(Hugo A. V. von Heidenstam)論揚子江砂洲之治理，謂若採用東水工程，至少需費五千萬元，而其結果是否勝利，尙不可必。(見Trans. Am. Soc. C. E. 第93冊，102–126頁)

蓋因上海附近，泥土載重力甚弱，平時房屋建築，尙覺爲難，於揚子江口建築大堤，其他困難，姑勿置論，即基礎恐亦爲難。

史大林(W. Starling, 見 Eng. News. 第44冊，第121–125,222–229頁)與侯伯德(L. M. Haupt, 見Eng. News, 第44冊，第250–251頁)二氏云，密西西比河南支河口中之東水堤，於1869年至1900年間，鮮見成效蓋因該堤建築時, 兩邊同時並進,河身頓減，流水被迫，分向東南及西南諸口入海所致。二氏之言，良不誣也，苟該河入海水道，僅此南口，則該項東水工程，當能早使該處河槽刷深，惟該處刷出之沉澱物，及該河之挾砂，原可由他口入海者，亦必盡由南口輸出，沉澱於口外，成一更大之攔門砂，而爲害於航運，或更甚於昔日矣。

屈祿伯利齊(A. C. Trowbridge)見屈氏所著(Preliminary Report on the Mississippi Delta 及 Bull. Am. Assoc. Petroleum Geologists 第14冊，867–901頁)云，密西西比河南口東水堤，築成之後，堤外地面，因天然沉墊及浪力冲刷，已降落甚多。故欲將堤端，向海中繼續伸

長．以刷新漲之攔門砂，於堤根穩固，亦將成爲問題也•屈氏又云，1891年，路特爾(Passa Loutre)潰決，勢甚猛烈，地方人士，咸恐其對於南支河口之航運，必將不利，於是籌集鉅金，從事堵塞，1891年工成，但堵塞後僅六個半小時，旋又潰決，迄未修復，而南支河口之航運，仍未見受其影響也•1922年，蒲吉拉(Poydrea)潰決，1927年，因救紐奧蘭 New Oleans)城將蒲吉垃以下之河堤炸開，以洩洪水，兩處决口，至今仍在，而對於南支河口之航運，亦未見有若何損害•密西西比河下游，水勢強分，對於南支河口之航運，並無妨害，其理由容待以後論減河時述之•

迎水灣堤：河流坐灣處，其水必深，候伯德有鑒於此，乃倡議於河口攔門砂，建築迎水灣堤，(Reaction Break Water; 見Trans. Am. Soc. C. E.第42册，485–546頁及第43册，93–106頁)以增水深，而利航行•按河流坐灣處，凹岸之河底流速較大，故建築迎水灣堤，當能使堤旁水深增加，惟攔門砂日向海中前進，迎水灣堤，勢須反灣，而兩灣之間有淺槽，徒恃灣旁深水，似無濟於航行也。

減河：建築滾水壩或開鑿渠引分水入減河，藉以防洪，各國常有見之•減河影嚮下游河床之淤澱，曾爲河工專家中辨論多年之一問題•余意河道之或淤或刷，不僅關於流量之增減　要視河底流速如何爲轉移也•漲水時期，流量增加，河道灣曲處，被刷深，而直處被淤澱，反之，在低水時期，灣處被淤而直處被刷；可知流量之增減，對於河床之影響如何　，固無定也•

減河能分水，亦能分砂，砂隨水下，其淤澱之地點，亦因之改變，有時可利用之放淤成墾•減河分出砂量之多寡，將視其建築如何與河中含砂之性質如何爲斷•若減河之上口爲滾水壩，或許僅有浮懸物隨水流出，其數量當與洩出之流量成比例，而分出之推移物則甚鮮，或竟無之•若減河之上口，爲直接於原河之支渠，則分出之浮懸物與分出之流量成比例，而分出之推移物，依蒲拉(H. Bulle 見蒲氏所著 Geschiebeableitung bei Spaltung von Wasser läufen)試驗，應較分出之流量爲多•固造成攔門砂者，大部份爲推移物，而汊河分出之推移物，又較分出之流量爲多，故密西西比河西南支河口，向墨西哥海灣中伸長之速率，較其南支爲速，而前文所舉密西西比河下游水勢分弱，對於南支河口之航運，並無妨礙，亦可知之矣。又屈祿伯利齊有云，密西西比河河口曾屢經分汊，分汊之後，其兩旁支汊，旋復堵

塞，而幹河則逐漸向海中伸長。此種汶而復塞，塞而復汶之現象，想亦由於上述作用而成。

浚渫：含砂河道，恆有藉浚渫之力，以維持航行所需之深度者。惟浚渫之法，須行之得當，方可有效，且不能一勞永逸，而有賴於繼續工作。若河底流速，較河中挾砂所需之鑒定河底流速為緩，則隨浚隨淤，勞而無功也。但在砂質河床中，遇有局部石塊，為礙航行，則浚而去之，當即大有裨益焉。

護岸：凡在河底流速，較河底物所需之鑒定，河底流速為大之處，須施以相當之護岸工程，方可免於冲刷。護岸工程直接可以保護隄岸，間接能夠減少含砂。據奥格生（J. A. Ockerson, 見Trans. Am. Soc. C. E. 第28册，396-424頁）估計，於1770年至1892年中，密西西比河，平均每年流出紐奥蘭之浮懸物，可舖成曰積十方哩厚26.8呎之立體，而由該河兩岸刷下之砂量，除得自密蘇里河者不計外，倘三倍於此，其餘三分之二，坍下之後，旋即沉澱於附近河床中，妨礙航行。奥氏之估計，雖不甚確，但河岸之坍塌，固到處有之，坍下之砂土，足以病航道，當亦不謬，故護岸工程可謂間接有利於航道也。

但護岸工程，不能一勞永逸，普通所用材料，均難期久遠，而須時加修理。若採用特別堅固之材料，則於巨川如密西西比河及揚子江者，所費又不貲矣。

森林：植林防洪之說，雖研究水利者，皆莫之信，但砍伐森林，則泥土易於冲刷，當屬不謬。植林可以防刷，防刷即所以清源，源清則含砂量減而河流易治，故研究河工，對於森林，亦不可忽也。

蓄水庫及攔洪池：蓄水庫及攔洪池，在水工上為至廣，有賴以給水者，有賴以發電者，有賴以灌溉者，亦有賴以通航及防洪者，其詳細情形，毋庸贅述。如水源含砂甚富，則流水入池後，因河底流速頓減，易生淤澱，而減池之容量。故設計水庫或攔洪池之初，應細察含砂量之多寡，計算庫之壽命，並詳加研究。有時可於幹河之濱，築水庫若干，相繼應用，既可以蓄水防洪，復可以減少下游含砂而免為害航行，並可以將池沼及其他低地放淤而利墾植。

直槽與曲槽之比較：有謂曲槽較直槽為深，為便利航行計，主用曲槽。余意曲槽與直槽比較，但有工費之增加，而無改進航行之利益，蓋以河道稍長，即須有反面之灣曲，灣曲之方向有改變時，其間即有淺灘，來往船隻之吃水，視淺灘處之水深為定，灣槽處雖更深，無濟於事也。又

在灣槽中，水向凹岸流在洪水位時期，該處之河底流速恆較在直槽中者爲大。在直槽中，若河底流速，較鑒定河底流速爲大，則河底刷深，橫斷面亦增加，直至河底流速因之減低，復成平衡。在曲槽中，若沿凹岸之河底流速，較該處之鑒定河底流速爲大，則凹岸被刷，刷出之物，旋在下游沉澱，以全河論，其橫斷面，不能因此增加，而凹岸之河底流速，亦不能因此減低。其結果，除非新刷出之河岸特別堅固，河流不能再冲，必至刷之又刷，坍之又坍，以致險象環生，河岸潰決，航道壅塞，不加搶護，不爲功矣。是以設計河槽綫路，似應參致實地情形，減少曲折，若採用直槽與曲槽之工費相等，則捨曲取直，更不待言矣。

研究餘言

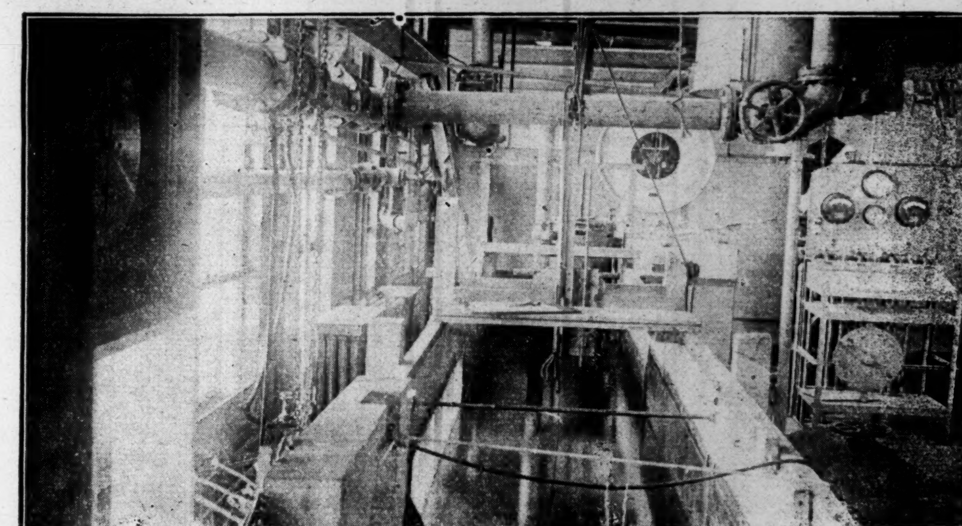
潛透壩工：含砂河道之恆一，視鑒定河底流速如何爲定，底流增則砂刷，底流減則砂停，能控馭底流，則一淤一刷，即可盡隨人願。河口攔門砂，有害於航行，倘擇兩旁適地位，築潛透壩工，使該處河底流速減小，促其淤澱，自成邊岸，因而集中流力，轉使中泓刷深，則攔門砂不浚自去，而航行之利可期矣。是項邊岸，既係由水自淤而成，其中泓亦係由水自刷而成，均出自天然，則稍加治理，其隳敗當即可免也。至控馭河底流速所需之潛透壩工，其詳細計劃，尙待研究，與實地試驗，逐漸改良，方能擬定。 韓曉（G. H. Henshau）所擬人透水順壩與格堤，（見Trans. Am. Soc C. E. 第20册，107-117頁）雖其所控馭者不同，似尙可供參考也。

含砂之測驗：自赫福雷與譪寶德以還，研究挾砂問題者甚多。惟前人研究，多側重平均流速與含砂量之關係，對於含砂量之性質及流速之分配情形，則少注意。今據試驗所得，在鑒定情形之下，渠底流速與渠底砂粒間，有一定之關係，平均流速與水深及渠底砂粒間，亦有一定之關係，故嗣後實地研究，對於含砂之性質，及流速之分配，應加以測驗，而對於河底砂粒之性質，及河底流速情形，尤應特別注意。

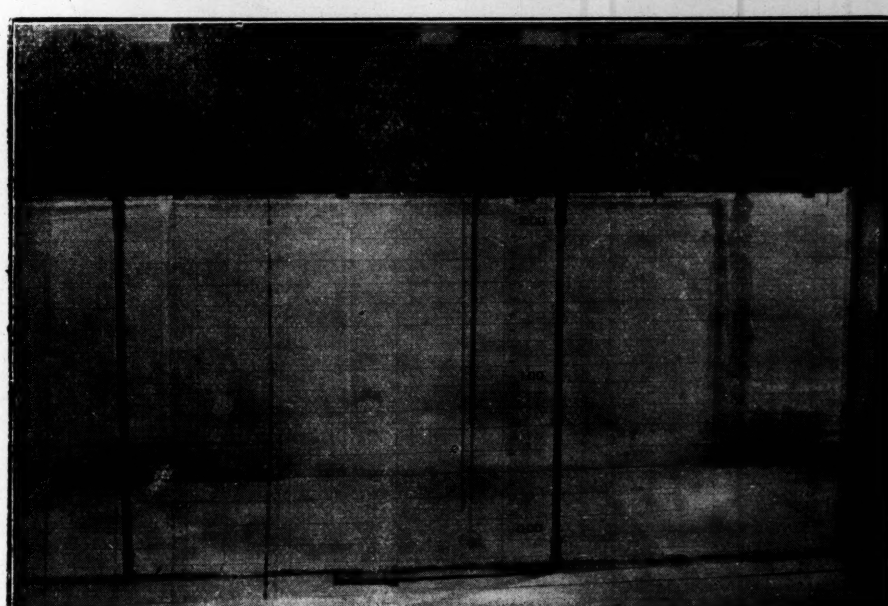
模型試驗砂粒大小比例之選擇：作河工模型試驗時，選擇模型中所用砂粒之大小，每感困難。温克爾(R. Winkel) 謂不能依照模型之比例，將砂粒縮小。若勉強將砂粒研成粉末使與模型之比例相合，俟置於水中，因粘合力作用，仍將凝合成球，無濟於事也。（見費禮門所著Hydraulic Lalboratory Practice第57頁）今人作模型試驗有謂砂粒之大小，應與河深與比降相乘之積成正比者，有謂模型中之砂粒，應



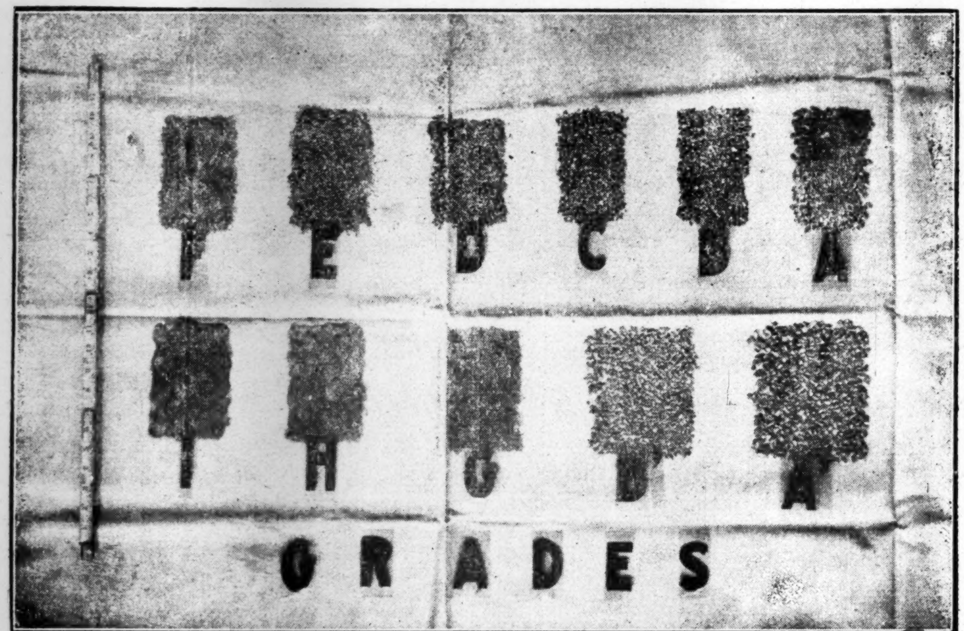
附圖一
美國愛我華大學水工研究院之實驗室



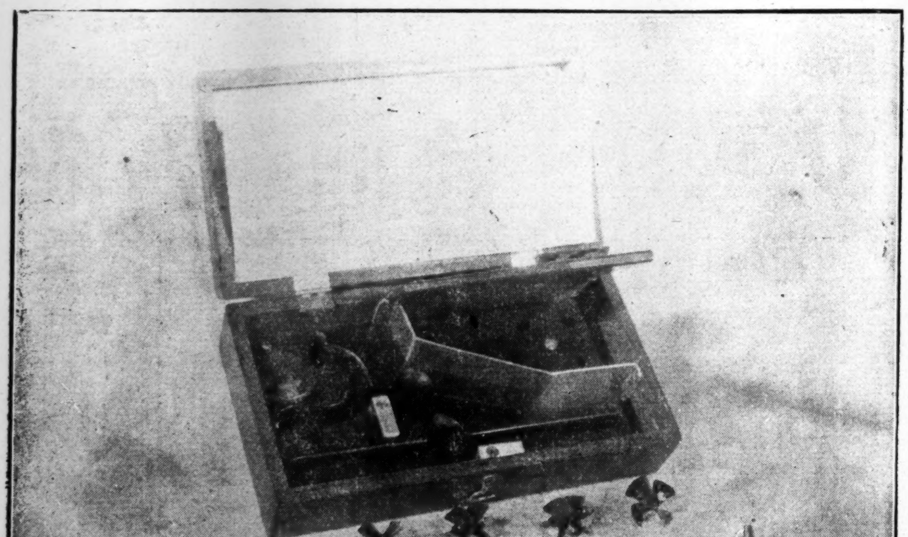
附圖三
向下游展望之試驗槽



附圖四
試驗槽之側視



附圖 六　粗細之砂粒



附圖 八　小型流速計

與天然河流中之砂粒相同者，亦有任意選擇者，倘乏一定之標準。按模型試驗之最要條件，爲模型中之淤刷情形，須與天然河流中之淤刷情形相似，欲求適合此條件，則模型中冲刷力與砂粒之關係，應與天然河流中冲刷力與砂粒之關係相似，爰擬定公式如下：

$$\frac{V_b}{v_b}=\frac{K\sqrt{2gA(S-1)}}{k\sqrt{2ga(s-1)}}=\frac{K\sqrt{A(S-1)}}{k\sqrt{a(s-1)}}\cdots\cdots(34)$$

上式中，大寫字表示天然河流中各原質；

小寫字表示模型中各原質；

V_b, v_b＝渠底流速

K, k＝恆數，視砂粒之形狀而定；

A, a＝砂粒之大小

S, s＝砂粒密度與液體密度之比例

由上式觀之，可知試驗中所用之砂粒，不必依照模型比例縮小，亦不必與河流中之砂粒相同，液體種類，亦可以改變，但須使上式，能夠成立可矣。

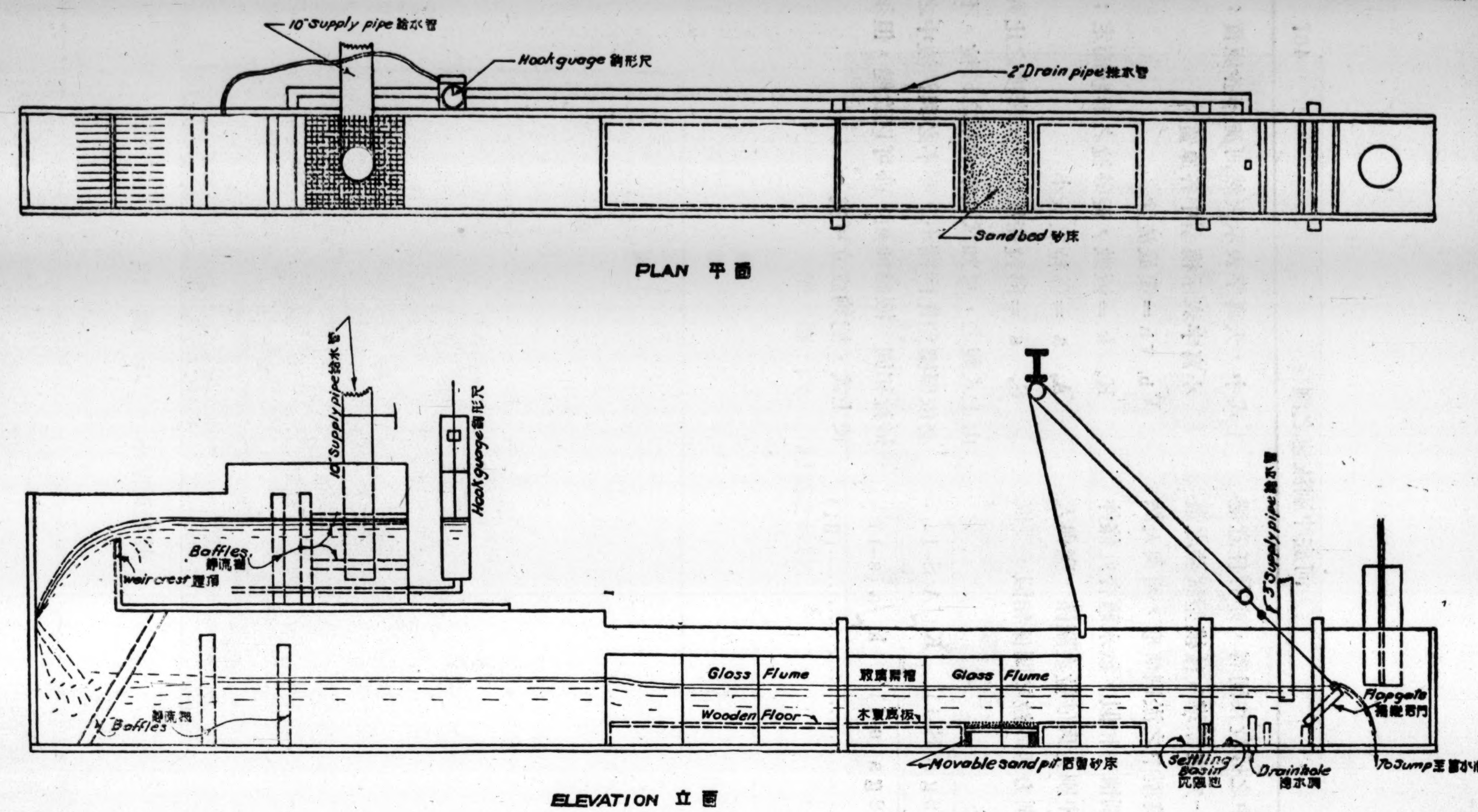


FIG.2 SKETCH SHOWING EXPERIMENTAL GLASS FLUME 玻璃渠槽略圖

Scale 比例尺 1" = 4'-0"

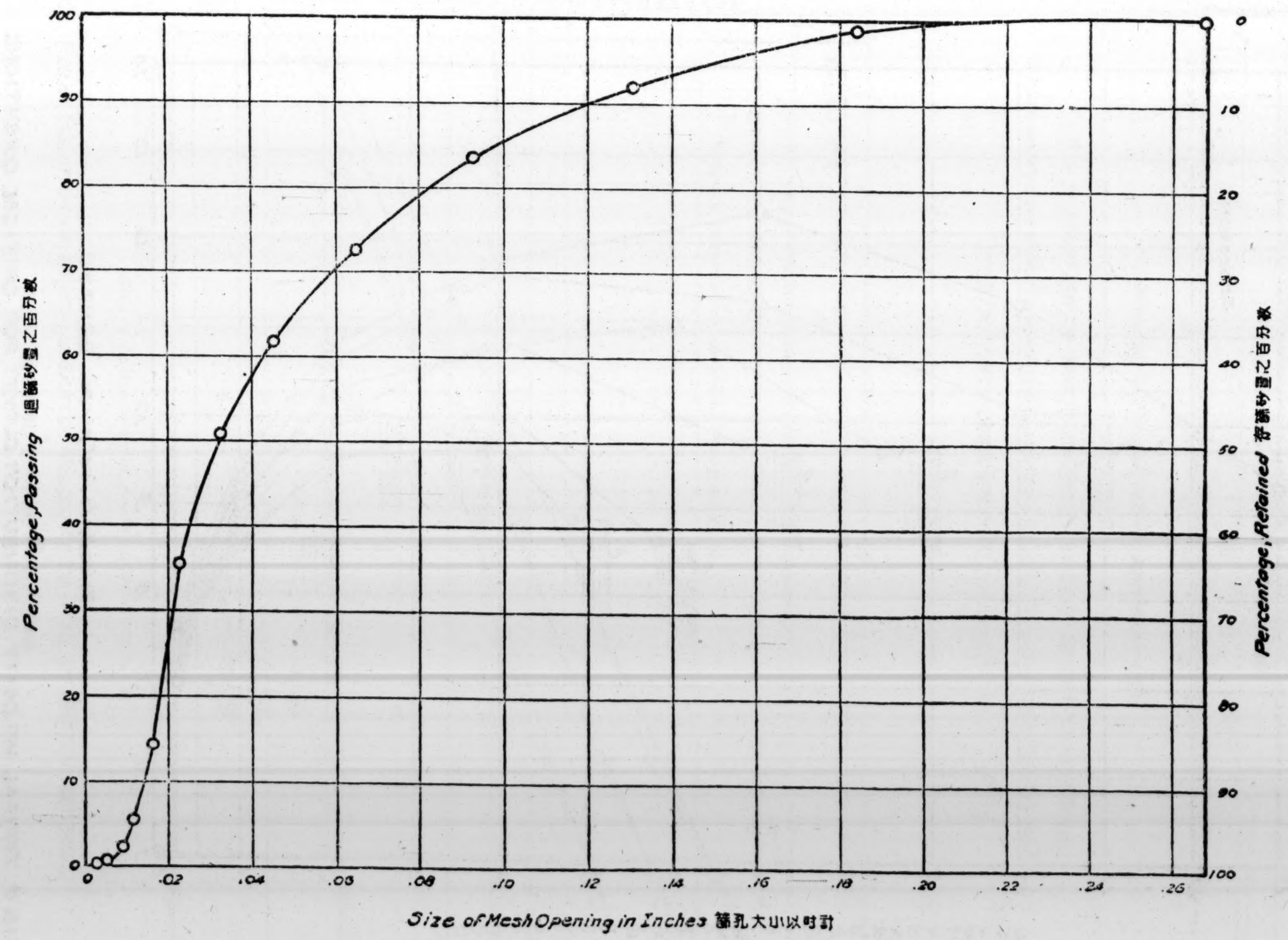


FIG.5 MECHANICAL ANALYSIS OF IOWA RIVER SAND 愛我華河砂之分析圖

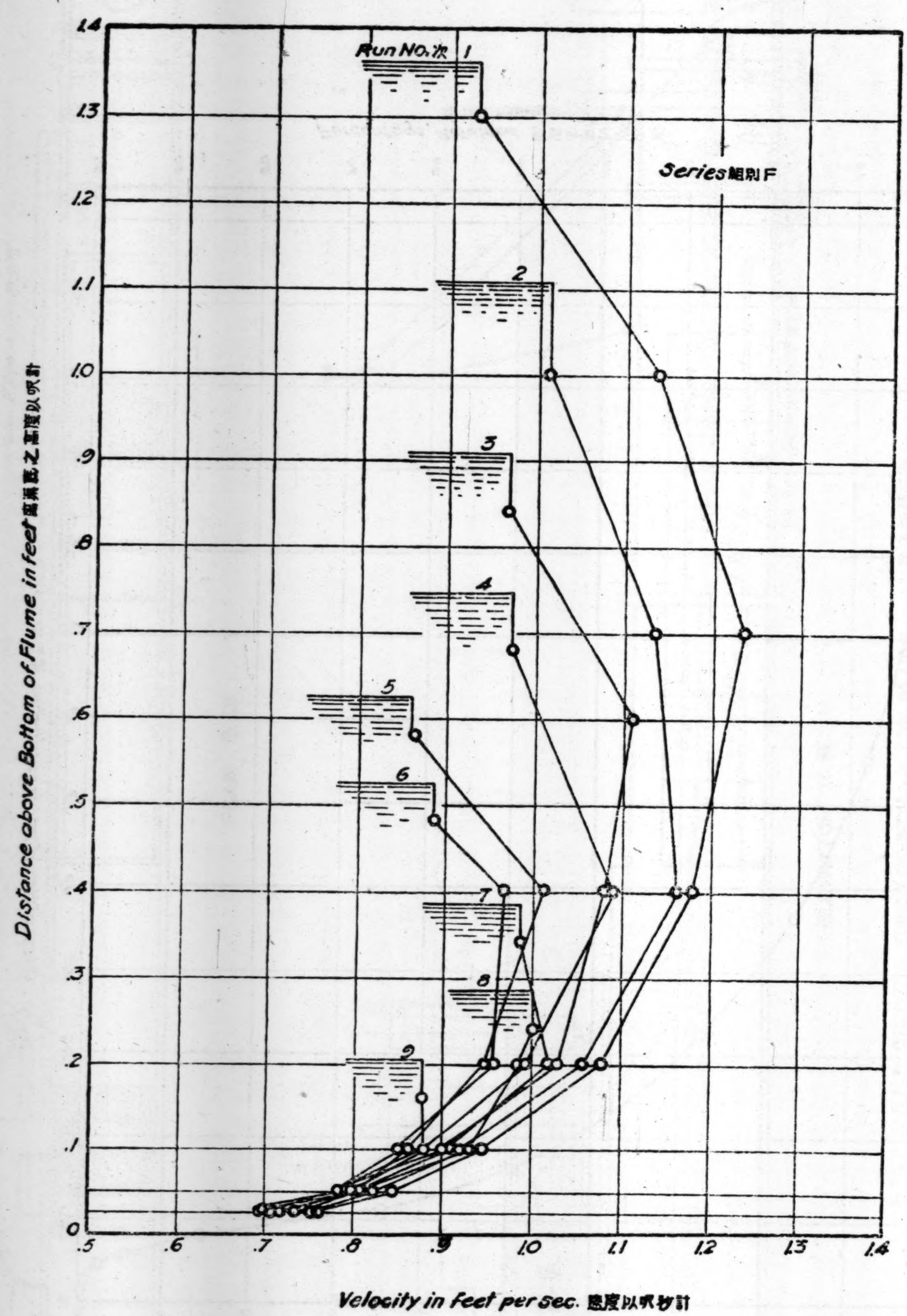


FIG. 5 TYPICAL VELOCITY DISTRIBUTION CURVES FOR CRITICAL CONDITIONS

臨界速度縱曲線條圖

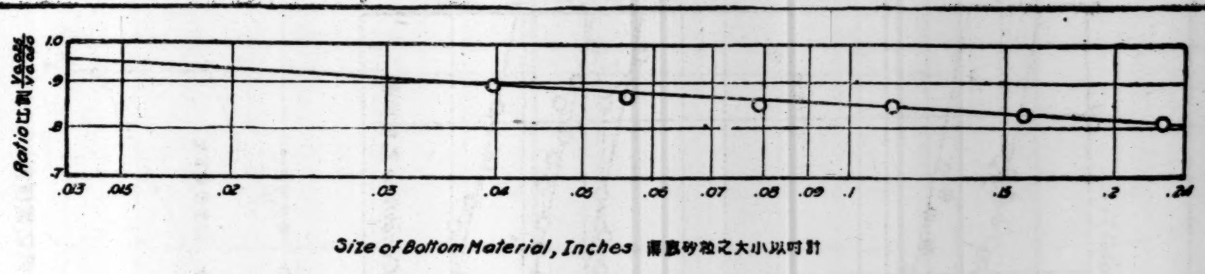


FIG. 9 RELATION OF THE RATIO $\frac{V_{0.025}}{V_{0.050}}$, TO SIZE OF BOTTOM MATERIAL

($V_{0.025}$ and $V_{0.05}$ are critical bottom velocities at distances 0.025 and 0.05 ft. above bottom respectively)

離渠底0.025呎與0.05呎兩處臨界速度之比例與渠底砂粒大小之關係圖

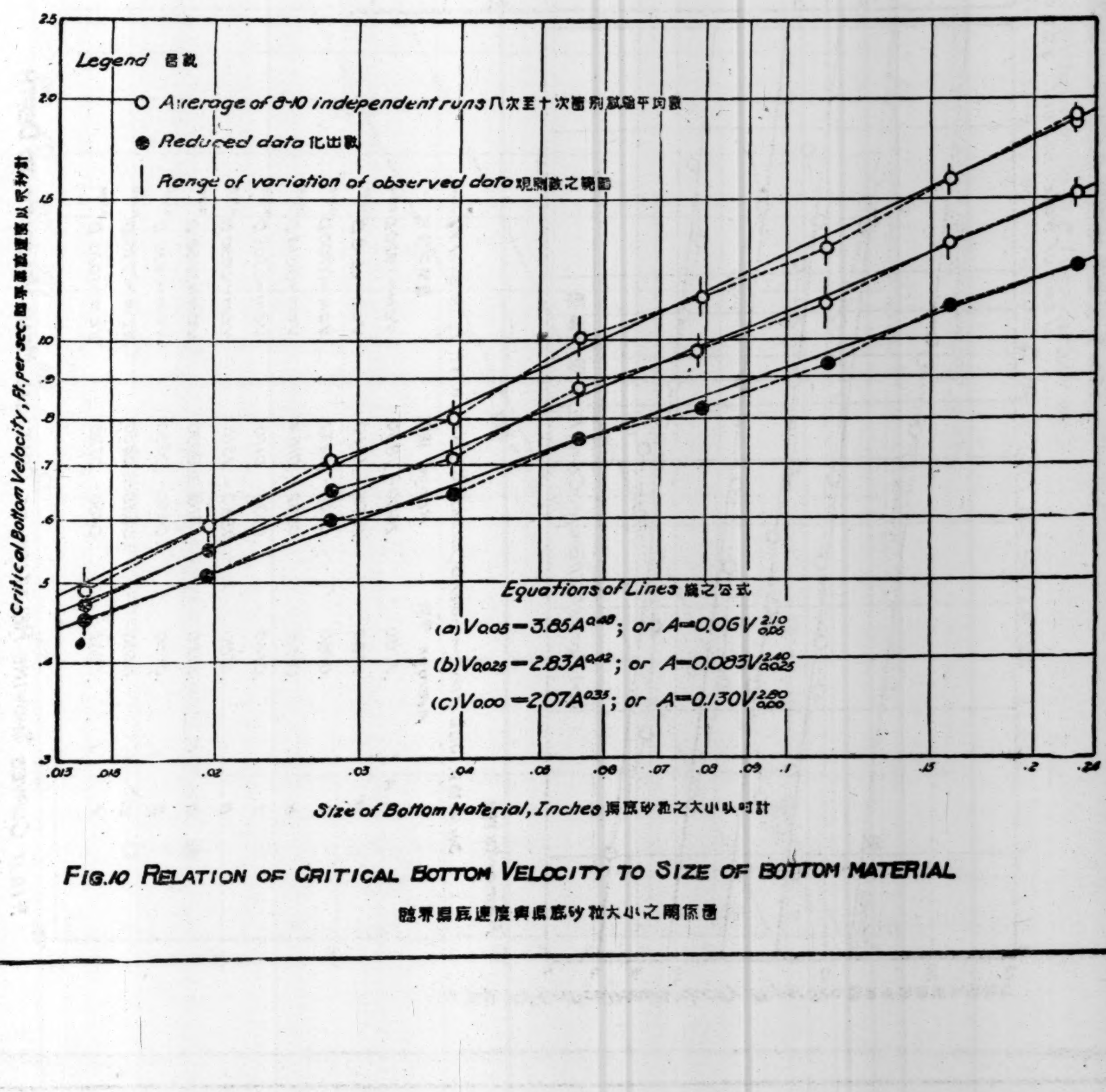
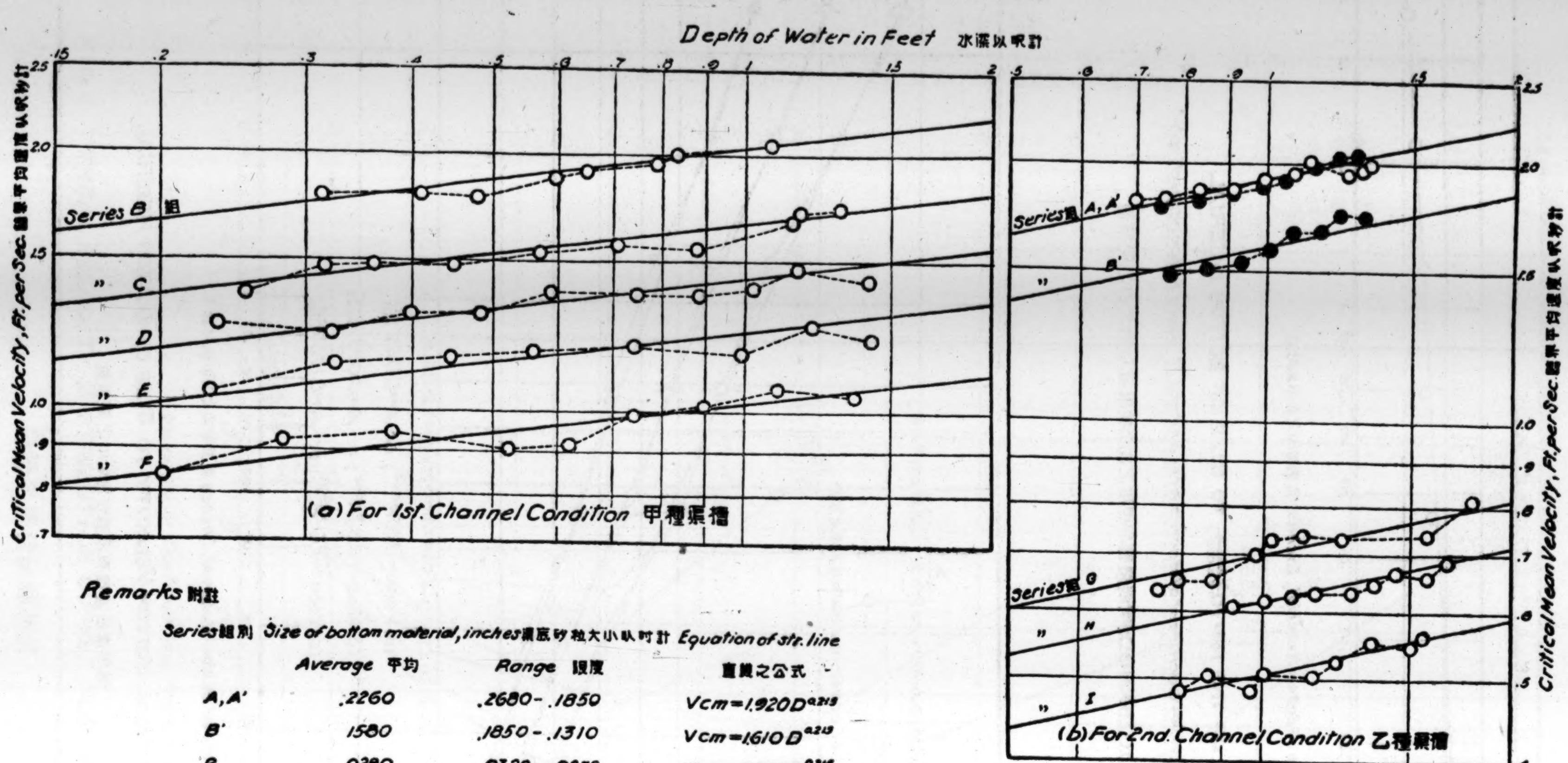


FIG. 10 RELATION OF CRITICAL BOTTOM VELOCITY TO SIZE OF BOTTOM MATERIAL

臨界渠底速度與渠底砂粒大小之關係圖



Remarks 附註

Series 組別	Size of bottom material, inches 槽底砂粒大小以吋計 Average 平均	Range 限度	Equation of str. line 直線之公式
A, A'	.2260	.2680 - .1850	$V_{cm}=1.920D^{0.215}$
B'	.1580	.1850 - .1310	$V_{cm}=1.610D^{0.215}$
G	.0280	.0328 - .0232	$V_{cm}=0.700D^{0.218}$
H	.0198	.0232 - .0164	$V_{cm}=0.614D^{0.215}$
I	.0140	.0164 - .0116	$V_{cm}=0.505D^{0.215}$
B	.1580	.1850 - .1310	$V_{cm}=2.030D^{0.129}$
C	.1120	.1310 - .0930	$V_{cm}=1.660D^{0.129}$
D	.0790	.0930 - .0650	$V_{cm}=1.430D^{0.129}$
E	.0560	.0650 - .0460	$V_{cm}=1.230D^{0.129}$
F	.0394	.0460 - .0328	$V_{cm}=1.020D^{0.129}$

Iowa River Sand ○

Stone Screening ●

FIG. 11 CURVES SHOWING RELATION OF CRITICAL MEAN VELOCITY TO DEPTH 臨界平均速度與水深之關係圖

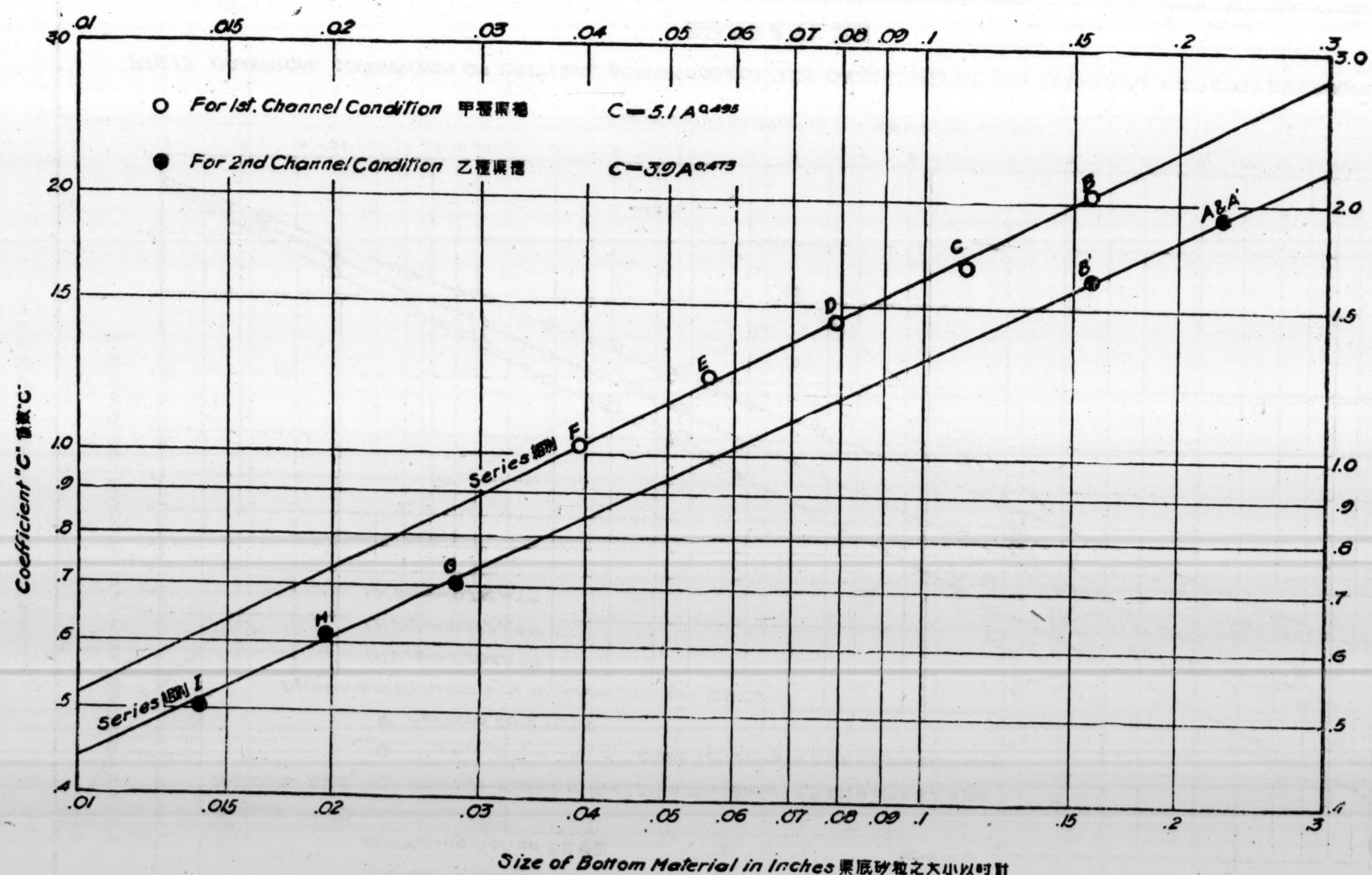


FIG. 12 RELATION OF VALUE OF "C" IN EQUATION $V_m = cD^n$ TO SIZE OF BOTTOM MATERIALS

(V_m in ft. per sec.; D in ft.; A in inches.)

$V_m = cD^n$ 式中之係數C與渠底砂粒大小之關係圖

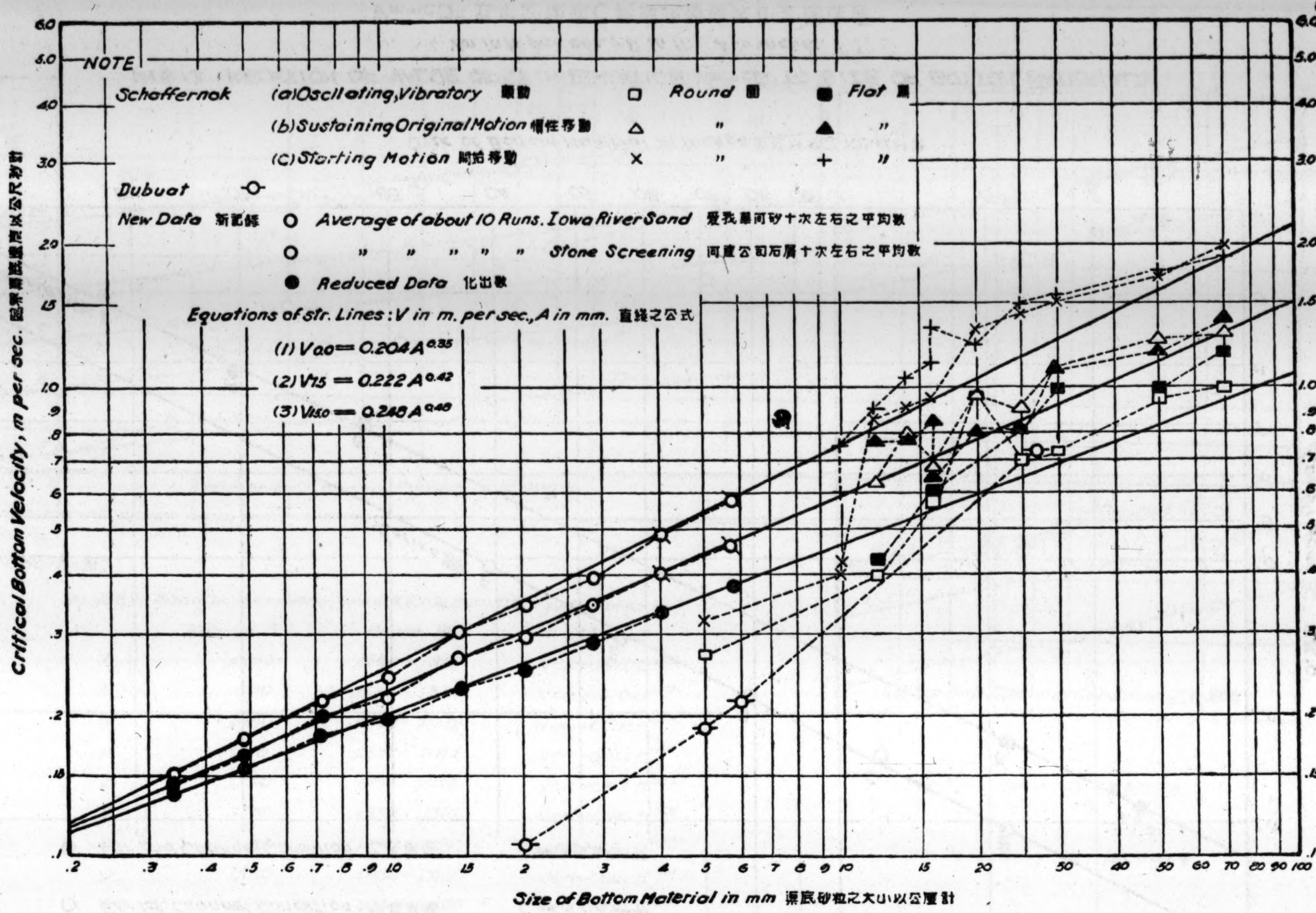


FIG. 13 GRAPHICAL COMPARISON OF CRITICAL BOTTOM VELOCITIES CALCULATED BY NEW EQUATIONS WITH EARLY EXPERIMENTAL DATA

臨界渠底速度比較圖

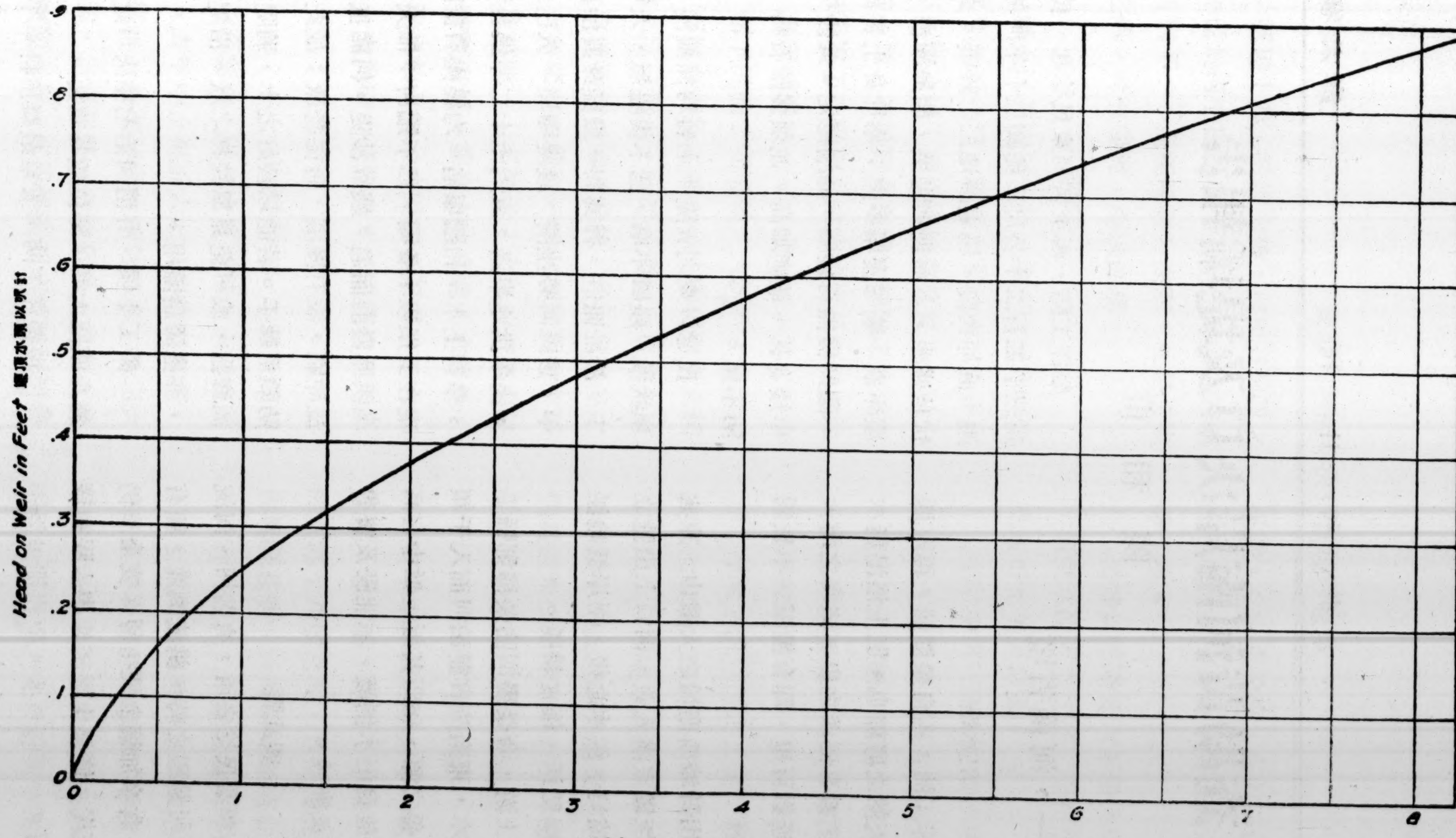


FIG. 14 RATING CURVE OF 30-INCH SUPPRESSED, SHARP-CRESTED, BRASS WEIR 三十吋徑銳角銅堰流量標準曲綫圖

查勘黃河南岸決口及堤壩報告

陳和甫

一、河南省境

汜水縣

黃河南岸工防，西自滎澤始，再西則高山聳立，天然之屏障也。迤上洛汜諸水，北注於河，嘗有倒漾之患。洛水之南，外方山脈綿延數百里，即有漫溢，不致為禍淮流。

汜水源出縣城西南境之大戲山，東北流，經縣城至滿家溝入黃，河口土山壁立，沿河高崗遠峙，洪水之後，兩岸低地淤填頗高，土壤肥沃，極宜耕種。

賈魯河上游，合滎陽河陰滎澤鄭縣等南境諸山之水，東南流會雙洎河而入于穎，汜水與賈魯之源，相距甚近，惟中有高埠阻隔，黃流自汜水倒灌，不能侵及賈魯，更不能禍及淮域。

廣武縣

滎澤保和寨民埝之西，有苦河，河流甚短；當黃河暴漲之時，洪流倒灌，頗有漫溢之勢；倉卒加築土埂，暫保安全，仍須於該河東岸，修築土隄，使與大隄相接，以資捍衛。

滎澤工防，西至苦河東民埝起，民埝長三千二百二十公尺，民國二十年河勢南遷，直沖西段，塌老灘地二十餘頃。去年伏秋盛漲，水面幾與隄平，溜勢洶湧，迴環沖刷，壩埽漫塌多處；幸埝身土質尚佳，臨時復拋石護壩，始漸穩定。此段埝身卑矮過甚，亟應加高，並須多備石料，以防不虞。

民埝以東之大隄，土質均係飛沙，經風吹散，殘破不堪，已不復隄形，六堡以上，沙坵阻道，行其間，幾疑身置沙漠之中，該處河勢坐灣，護隄壩垛，久已失修，去年洪水峯過，五六十十二等堡各壩垛，多行上水，相繼塌陷，均經拋石搶護。現在五堡以上各壩，已不臨河；惟大汛時，洪水漫灘而過，殘破沙隄，何能抵禦水流沖刷，設有漫溢，每從營救；故此處工防頗形棘手。若能以較好之土，將隄身加高修整，或可免見風飛舞之狀。沿隄料石，亦應添購備用。

滎工十堡，有清同治七年決口之處，終身濱臨大溜，地位頗為重要。

按滎澤工防，安危最難預料，平漢路

橋，適居上游，橋樁出險，則拋石以護之，不啻於河中拋築石壩，引水南冲。石壩之方向不一，且橋孔嘗有淤塞，故築工險要之處，時有變更，亟堪注意。

鄭縣

鄭上汎花園口一帶，洪水位幾與隄平，臨時加高一尺，頭堡大壩及一二三各八字壩曾被冲塌；頭堡護埽亦有蟄陷；隄上石料已無，草料尙存數堆；搶險之遺跡也。三堡以下，隄頂有橫交車道及窪地十餘處，應即塡平。

鄭下汎頭二堡壩垛，大汎時，多被湮沒。石橋有最著之鄭工合龍處，即清光緒十三年決口處也。彼時大溜經決口趨向東南，自豫而皖，禍及淮流，魯河有斷流之勢，次年堵塞，費銀一千七百餘萬兩；該處隄身甚低，土多沙質，大汎時水面與隄頂相差祇半尺，並有上水之處，水落後，灘地淤高約五尺，大隄已不臨河。二六七等堡，大汎時，亦皆上水，隄壩均應加高。

中牟縣

中牟縣境，隄身土質鬆疎，全恃壩埽保護，去年中上汎五六七八十十一等堡，所有壩垛，被溜冲刷，塌卸甚多，尤以六堡六壩，坍塌最甚，危險萬分，現在大隄，仍濱臨大溜，對岸淤灘頗高；四堡河勢坐灣，水由西北來，直向四堡衝擊，經四堡各壩，挑向東流，隄根被迴溜冲刷，其勢甚險。

楊橋爲乾隆廿六年漫決處，此處隄頂，與洪水位祇差二尺，十里店有康熙元年及雍正元年決口處。

中牟中汎三堡，於洪水過時，大溜順隄東流，壩垛上水三五尺不等，坍塌頗多，現屆小水時期，仍臨大河，本年汎期，此處當爲險要之一。二十年險工之七堡，堤外淤灘頗廣。

中牟下汎三堡之大隄，於民國十八年被迴溜刷塌，僅餘堤頂寬約五尺，現此處亦不臨法。惟隄形灣曲，伸入河中，隄身多係沙土，大汎時仍屬重要工防。一二三堡爲道光二十三年決口處，雖經鋪修護石，但隄根不固，遇溜即蟄。

開封縣

自中牟中汎四堡以下，至祥河上汎二十堡，各工均不臨河；中牟下汎七堡至祥河上汎十八堡之間，且無護隄壩垛，因隄內河灘甚廣，大溜距隄頗遠也。

祥河上汎二十堡與祥河下汎二堡之間，爲去歲八月出險之處，即黑崗口險工也。此處隄身，終年臨溜，壩垛卑矮，洪流漫溢而過，水面高出一尺至四尺不等，各壩垛相繼坍塌，尤以祥河下汎之頭堡三壩

爲最甚，彼時以巨柳石袋抛掛，搶護數晝夜始獲脫險，左近石料，取用殆盡。洪水位與隄頂相差一公尺餘。查黑崗口雙河舖有清初決口合龍處，遺跡猶存，大隄之後，有殘隄一道。殘隄與大隄間，地勢低窪，終年積水，鄉人蓄魚其中。大水時隄內外水位，相差六公尺，小水時亦相差三公尺。兩水之間，一線長隄，歷年險象環生，尤以去年最甚，一旦有警，取土無方，料石未備，以之爲豫淮保障，危險孰甚，此處當爲最險之工段。

祥河下汛一堡至六堡，當河水盛漲時，所有壩埽，均行上水，一堡頭二三八字壩間場去存灘四五丈至二十丈不等，彼時河槽寬不過三百公尺，河狹溜急，勢頗危險。十二月間，三堡頭壩及二壩壩頭，被冲塌廿餘丈，兩壩間老灘日有刷卸，現在尚有裂痕數處，解凍後，定有續坍之患。按豫境石壩，多係土心，外拋護石，每遇大堡，壩基先動，坍塌頗速。現查八月間出險之處，堡已遠離，河中新淤沙灘，逼堡南趨，致下游三堡，河勢坐灣，此冬間出險最大原因，現在此處河流方向日有變更，處處可以發生險狀。黑崗口一帶隄身，應加高培厚，多備土石稭料，後面殘隄亦應加培完整，以防萬一。

柳園口上游十一堡，爲道光二十一年決口處，大隄之後，亦有殘隄，兩隄間積水面積廣闊，有深塘兩處，決口時冲深之跌塘也。臨河一面，隄根串溝引流順隄刷動，亟應補救。

柳園口之大壩，挑溜頗爲得力，故下游數十里大隄，久不臨河，灘地頗廣，隄防疊少注意，河槽旁北岸陳橋口一帶，南岸無工。

陳留蘭封縣

自柳園口大壩以東，至黃河故道口，隄上交通不便，沿隄土質，多係鬆沙。以隄身尚高，且灘地廣大，終年溜近北岸，故陳蘭汛之隄防，當局頗爲忽視。

蘭封決口

黃河故道口自清咸豐五年改道以來，迄未修堵，民國二十年以工代賑於故道口築隄堵閉，名小新隄，隄身本甚卑薄。去年伏秋盛漲，隄面普漫，水高二尺，小新隄立即潰決，洪水循故道南流，經蘇境之大沙河而入昭陽諸湖。豐碭築壩之爭，即由於此。

當堵築小新隄口門之時，水流已斷。口門寬約三百二十公尺，跌塘水深一公尺。現在土工已竣,頂寬十二公尺,高與大隄平，約高出洪水位一公尺。堵築方法：先以蔴袋兩排，各寬四公尺，置於隄頂邊線以內之水塘中，蔴袋高度，與塘中水面平

，兩排蔴袋之間，填以沙土，並於蔴袋之外，傾土水中，至填出水面止，即為隄之基礎。以上則層批層硪，臨河一面，三收，背河一面，距隄頂二公尺三收，二公尺以下五收；原計劃隄面及內外坡均包淤；現查取土之處，均係沙泥混合之淤泥，土質尚佳。背河坡上及隄頂兩邊均已植柳；臨河因擬抛石護岸，祇植柳兩行。工竣後曾蟄陞一次，已加修齊整。

小新隄工程，位于今河北灣之處，設遇洶溜，新工不堪捍衛，必加砌石護岸，並於上游與築石壩，始可安全。查蘭封渡口下原有土壩三道，久已廢置，二十二年洪水位距壩頂約一公尺，壩頭曾被冲塌二丈餘，若將此處壩垛加以修理，並抛砌護石，則可挑溜趨向中泓，不致直射新隄，並可保護老灘。

故道之東有東壩頭，銅瓦廂堵口之遺跡也。該處適為河形灣曲之頂點，河流經此北折，溜勢洶湧，灘地時有塌陷，宜加築石壩，使水流中趨，灘保則隄不單，安全可期矣。

考城四明堂決口

蘭封之東，近冀豫兩省交界處，有所謂考城隄者，隄自蘭封縣境，為考人所築。蓋此處隄防，與考邑關係彌切，一有疎失，考城首當其衝，次則為患魯西。隄外灘地廣闊，土壤肥美，濱河之處，前年曾新築民埝一道，以利耕種，東端與冀省相鄰，未克盡工。去秋河水盛漲，全埝漫溢，洪水直冲考城隄。查隄之西南端，于光緒中嘗決口一次，事後僅于決口之外圈築一隄，長約一里。隄身本不堅固，經此大水，潰決成災，直灌考城，流及魯西。口門長一百廿餘公尺，跌深水深八公尺。現在新隄避塘前圈，舊隄已無餘存。隄頂寬八公尺。土質淤沙居多，外包淤泥。隄工完竣後曾蟄陞二次，業已加築。隄高與舊隄平。內外坡均植柳枝。

二、河北省境

長垣縣

河北省南岸第一段防工，在長垣縣境，約長二十五公里。最初西段自豫冀兩省交界處起，約十公里，為魯西單曹定菏等縣修築之民埝，完全由山東民修民守，名曰山東小隄。民國十二年，冀魯兩省會議，收歸官守，修防費用，由兩省分担，尚能逐年加培。自十五年後，魯方經費停撥，民伕亦不上隄，隄身多年失修，甚為卑矮，且土質多係鬆沙，有漫必決。

樊庄二分庄一帶，盛漲時幾遭漫溢，臨時加築子埝。樊庄於民國六年曾經決口，後有月隄，灘上串溝引流自西來，順隄

根北去。對岸即石頭莊尙未斷流之大決口。最近凌汎初期，水已由串溝浸及隄根，雖無危險，不能忽視。此處河槽距隄十餘公里。

二分莊之北皇姑廟，爲民十決口處。河北南隄，決口之原因，皆由於漫溢，亟應加高。

小龐莊決口

小龐莊民六及民十二均曾漫決，去年洪水驟至，附近大隄，已成普漫，不可收拾，初決時，口門寬不過二百公尺，經大溜冲刷，展拓至一千三百餘公尺。小龐莊已冲毁無遺。現在新隄在灘地上圈築，避深塘以減工事。土質尙佳，隄身距河槽約三公里。

東明縣

第二段隄長約十一公里，隄身甚低，洪水位與隄頂相平，有子埝數段。

第三段隄長約十五公里，雙井村一帶，隄身更卑，幾遭漫決，臨時加築子埝。十三壩於民國十九年出險，大溜由串溝浸入，冲刷隄根，隄身塌卸，於隄後加戧，隨加隨塌。此一帶隄身甚低，隄頂高出洪水位不及半公尺。高村曾於光緒四年漫決，水入菏澤縣境。

第四段隄長約十　公里。第一堡於光緒二十七年正頂大溜，有土壩三道。第四堡於民國六年亦臨正河。現在隄前已有淤灘頗廣。黃莊集於民國十八年曾決口。

河北省南岸，除隄身卑矮，應普遍加高外，最險工段在冀魯交界之岔河頭王橋及劉莊一帶，尤以劉莊最爲險要。隄形灣曲，工長約一公里半。民國十五年劉莊決口，華洋義振會助銀二萬元，魯省府助四萬元，築成岔河頭之第四壩，後魯省府又撥五萬元，築第六壩。復由地方附加稅捐，添築石壩四道。並沿灣堆置磚垜。此處險象，常發生於大水之後，水流歸槽之時。盛漲時，洪水漫灘而過，大溜不近隄根。及水位低落，急流歸入沿隄深槽之中，冲刷埽壩，時有走埽之患。且隄身甚低，河水盛漲，幾與埽隄之頂相平。去秋因上游長垣一帶告決，水勢陡落，否則此處必漫，迎納大溜，堵築不易。亟應加高隄身，並接長六壩，修整四壩，添築石壩，以殺洶溜。

三、山東省境

菏澤縣

魯省邊境之朱口，居劉莊下游，大水之時，巨流在劉莊漫灘而過，冲向朱口，險狀立見。有土壩七道，稍護隄身，宜運石拋護，以策安全。本段隄長約八公里，隄頂高出洪水位不及一公尺。

雙合嶺以東，隄長約六公里，屬河北

省之濮陽及東明兩縣，隄防則由山東管理。民國十四年李升屯黃花寺相繼決口，次年堵合，江蘇助工款二十萬元，築石壩十道於董莊，以護李升屯一帶大隄。名江蘇壩。各壩於大水時，略有坍塌，正在修築。各壩間有磚垛護岸，磚皆就地燒成，價廉而切實用，沿河皆可取法。

鄄城鄆城等縣

臨濮集至黃花寺一段，隄長約八十公里，大隄之前，臨河有民埝一道，純由民修民守。兩隄之間，一片膏腴田地，收獲頗豐。民埝之東，未與黃花寺大隄聯接，使洩兩隄間之積水也。河水亦可由此倒漾，大水時河水可西至楊廟。隄身現狀尚佳，惟大車橫道及雨淋溝甚多，應隨時修補。

壽張縣

黃花寺一帶，大隄兩面皆水，臨河一面，雖西有民埝，水流倒灌，背河一面，則以地勢低窪，積水難去。隄身終年浸於水中，滲漏不易發覺。十四年決口之處，隄下原為埽工，年久稭爛，去年大汎時，隄上裂痕多處。皆下蟄之象。裂痕橫於隄面或成月牙之形，滲漏難免。隄身卑薄，洪水位與隄頂相平，且有高出之處。亟應加高培厚。

黃花寺以東，至運河邊之十里堡，約十二公里，隄亦卑薄，其情形與黃花寺一帶相同，難以禦水。去年若河北境不決，山東境內，難保無漫決之禍。洪水位當超過隄頂不知若干尺也。

四、結論

查黃河南隄，以豫境險象為最多。滎澤苦河倒漾，民埝卑薄，六堡以上沙隄殘破，鄭州花園口及石橋隄身低矮，壩基不堅。中牟上汎河勢坐灣，楊橋口至中牟中汎三堡隄身臨河，壩垛迭溜坍場。開封黑崗口一帶壩垛險工迭出，隄根浸於積水之中。此數處者，防守稍疏，即有潰決之患，豫魯惠濟皆可引流入淮。鄭州決口之前車可鑒也。

河北省境南隄，全部卑薄，難以禦水。劉莊一帶，久著險工，嘗有走埽之虞。

山東省境，自冀魯交界起至李升屯一段，隄身卑單。黃花寺上下，一線長隄，浸於兩面積水之中，而魯西蘇北賴以保障，殊屬僥倖。

堵口工程，除封蘭小新隄應加築護石外，土工尚佳。仍應多備積土，以防萬一。

渭河上流概況

傅　健

渭河爲黃河最大支流，橫貫陝甘兩省，長千餘里，歸納支流甚多，涇洛其大者，流至潼關三河口而入于黃，年來西北亢旱，災荒頻仍，政府注意于西北水利之開發，對于渭河之整理及興利，多所籌計，黃河水利委員會專設導渭工程處于西安，初步工作，先從河道之測量著手，作者忝隨測量隊工作，沿渭而下，爲時半載，對于河道形勢，及河床情形，加以悉心考察，原就所知述于後，俾留心渭河者，藉以參閱而想見其概也。

渭河自甘肅曲折蜿流于六盤山谷中，由隴縣寶雞界入陝境，至寶雞縣城西南九公里許，始躍出最後大石峽，（亦稱寶雞峽）而暢流于平原地。

寶雞山谷內之渭河　渭河其在山谷以內者，因兩岸岩石筆削，山峯聳接，河道夾流其中，隨山溝形勢而轉變其趨向，多形成大灣曲線，河幅窄狹，水流湍急，河床坡度平均約三百分至五百分之一，由石峽上行三十公里許爲石門，——因兩旁石岩削立如拱門狀故名——河幅僅寬五六十公尺，在此三十公里間之流水降度爲九十六公尺許，平均流速約每秒一公尺二，其坡度之大可知，河中多亂石滯灘，兩岸緊迫山嘴石崖，船隻不能上行，土人闢棧道于岩礪以行之，山水外無他物，形勢較爲險惡也。

此段河道灣曲殊大，形成大S狀，河幅寬自百餘公尺至二三百餘公尺，方塘府平頭村微露平原地，沿河多納山溝間之細流，溝之深者上達秦嶺，支流大者有清水河、晁峪溝河，碼頭河等，降度甚大，平時流量約一二立方公尺秒，大水時不至倍蓰，小支流尚多，惟水量微少，無足道也，居民多沿河及溝道居住，耕山坡之地以自食，閒則入山採樵薪，因交通不便，風氣閉塞，故民性敦厚，古風存焉，寶雞山峽寬僅百五十餘公尺，除上流石門峽較窄外，此其最窄處也，山峽形成河流天然門口，爲良好之築壩地基，外藉水利師巴根爾，曾蒞此堪測，建議築高水壩以蓄水防洪，導渭工程處由峽口向內作水庫平面圖約二百平方公里，亦計劃蓄水工程，惟工程浩大，所費者鉅，要在國家經濟充裕時完成此計劃也。

寶雞至郿縣一段　渭河自寶雞山峽湧出後，流水大爲解放，河幅展寬自七八百至千餘公尺左右，兩岸仍爲高原，北塬約高四五十公尺，南塬較低，水流塬下，左右蕩漾，而河道爲沙泥質，含沙量較大，低水位時，河流多分數道，淺處水深沒脛，深者亦僅一二公尺許，河床變遷無常，年有轉徙，殆與黃河同一性質，由峽口經寶雞，虢鎮，陽平鎮，以至郿縣一段，皆夾流于塬下，灘之寬處約在二三公里，此段河流較直，無大灣曲，長爲六十五公里許，流水降度爲一百一十五公尺，平均坡度在六七百分之一，估計流速爲每秒七八公寸，船隻上行仍不易，南北相通，僅渡口小船，冬季多搭草橋以通之，沿河居民較稠，市鎮毗連，虢鎮且多稻田，年有收獲，此段河道所納支流，其在南岸者有清江河，清水河，馬峪河，磻溪河，石頭河等，北岸僅金陵河，汧河，均在寶雞境，其中以汧河清江河流域較長，平均流量均在三四立方公尺，汧河流自汧陽縣境，至寶雞東二十五里之底店鎮右入渭河，清江河源于秦嶺，經益門鎮而至寶雞對岸入渭，南岸以河道沿南山之脚直流，故支流甚多，集山陰之水，由溝道以歸于渭，率皆細流之水，惟較山峽內爲大也。

郿縣至咸陽一段　渭河在郿縣城北，兩岸塬嶺相趨成拱勢，最狹處僅八百餘公尺，河床較爲固定，郿縣城位于河南高岸上約三公里許，河流自此以下，兩岸逐漸放寬，留出廣大之灘地，展寬至五六公里許，愈下愈寬，其在咸陽與平境內者，已近十公里矣，南岸以盩厔境灘地爲最廣，寬與長安之草灘同，俱爲昔日之牧馬場也。

渭河由郿折向東南流，在盩武界無大灣曲，入咸陽境，作大折線，流向東北，咸陽即位于河北岸，此段河床平坦，水流較緩，河幅寬三五百公尺，河身中多露沙灘，歧分數道，形成夾河，平均流速爲每秒五六公寸，流水降度平均爲千分之一，含多量泥沙，水色混濁，由郿至咸陽，河長一百餘公里，船隻上行仍困難，下行較暢，其在咸陽境內，河床較爲固定，因兩岸土質堅固也。

沿河所納支流，在北岸僅武功漆水河爲最大，流經武功縣東，至川口而歸于渭，水量約二三立方秒，南岸支流衆多，大者有黑河，清水河，乾峪河，澇河，新河，泥河等，以黑河澇河爲較大，皆源自南山，横貫鄠縣境，水色澄清，含沙泥絕少，蓋以流域不長，河床係沙石質，盩厔境河流，尙多灌漑之利，以水量有限，所漑無多，沿盩鄠渭河岸多築有土堤以防洪流

，年久失修，大洪仍浸越，湮沒田地不少。

渭河以河床變遷無常，河水泥濁，迄無灌溉之利可言，山谷內人民，多利用溝溪流水降道，度勢築水磨油碾等，藉水力代畜力，出谷沿河兩岸高源下灘地，以掘井不深，平均僅三四公尺許，民人利用井水以溉田，逐年收獲可靠，惟數畝之地，須掘井一口，每年秋夏二季，以人力汲水，或用輪齒水車代人力，頗爲費工，貧農仍感不易也。

引渭灌田事，見于古書者，有鄭當時爲渭漕回遠，鑿漕直渠，自長安至華陰，作者數萬人，歷二三期而功未就，費以鉅數十萬，(平準書食貨志)但所述亦有渭已溉民田萬餘頃，(見溝洫志)迄今均無可考矣，近年來倡言導渭者紛紛，僉以引渭溉田，關中可以免旱災，黃河可以減決口，言之確切，但多未悉河流形勢，水文測驗，或以足跡所莅，按之于略圖，或倡言以虹吸水上岸，要皆未見其可行也，去歲導渭工程處成立，于寶雞水庫測量後，即實測引渭灌田區域平面圖，起始于郿縣城西北，以該處河床寬僅七八百公尺，兩岸土源，形成拱勢，北至北源頂，南至河岸，以咸陽爲終點，計灌田區域南北平均寬在十五公里左右，東西長一百一十餘公里，全面積約一萬三千餘頃，可溉之地，在八九千頃左右，此段測量工作，費時五月，行將告竣，使工程設計得以實施，則所溉之田遍數縣，其利溥矣，上游渭河，無航運之可言，由潼關至咸陽，尚可通大船隻，以運輸煤炭棉花材料等，咸陽以上至寶雞，則少船隻往來，值每歲低水時期，有由山谷中以木材作筏，順流而下，售于各地，因河床淺灘星列，水深無定，時有擱淺之慮，船隻難以通行也，記者自寶雞溯渭而下，沿河視察五六百里，知渭河雖大，乃河床寬衍而不齊整，任水冲刷漫流，洪水暴發，兩岸寬展十數里之遠，低水時期，則流亦因沙灘擁阻，企分數道，形成小流，此變遷無常之河道，航行固甚難耳，若能對河道加以整理，兩岸阻堤以束河身，使水流劃一，冲深河床，則任何時期，船隻可以上下暢行，兩岸灘地，亦可空出不少，患除而利興矣。

年來政府多未能注意于此關中大流之渭河，故水文記載，實付缺如，誠大憾事，陝省建廳及水利局，過去多設有水標站僅讀水標尺數，去歲洪水大發，兩岸湮沒殆盡，黃河亦直接受其害，爲數十年來所未有，於是整渭導渭之議始興，現時黃委會在咸陽潼關設立水文站，正式水文記載，僅半年時期，此後長年記載，有長遠之

時間，則對于渭河流量流速等，可得到詳確之統計，茲覓得咸陽水文站記載附于後。當可借以參閱之也。

咸陽水文站水文記載

年	月	水位高度	斷面平均流速	含沙重量之百分比	流量
22年	11月	369.913	0.560	0.1906	85.63
——	12月	369.699	0.497	0.0818	54.69
23年	1月	369.553	0.463	0.0583	34.28
——	2月	369.548	0.466	0.0766	42.24
——	3月	369.633	0.322	0.2120	49.41
——	4月	369.939	0.629	0.1910	71.93
平均統計		369.721	0.489	0.1350	56.36

沿渭大宗物產，當以麥棉為主，關中麥棉區，悉在渭河流域，上流沿渭各縣，年來以災荒民困，多種鴉片，此飲酖止渴之下策，實致荒旱之重大原因，人民不察，相沿成習，藉此以濟目前之急，今歲寶郿興武一帶，種烟尤多，政府雖分區禁種，倘未遍達，此區煙畝相連，烟苗勃生，誠堪痛心刺目，此後能切實禁絕，易種麥棉，再加以灌溉利興，則沿渭農作物收獲，關中之食，不仰給于洋麵袋之輸入，可斷言也，農林專校，新建于武功漆水之源，沿河多闢地作試驗農作物品，並在咸陽郿縣各地，設有大規模之林業試驗場，數年後當可改良此區之農林事業，上游渭河景色，亦絕宜人，南接秦嶺，山峯秀蔚，北岸土原，陣伏蜿蜒，(古稱北莽山)一曲渭水，橫貫如帶，誠天然一幅山水圖，春夏之交夾岸桃紅柳綠，「渭北春天樹」之咏，良有以也，寶雞峽石門等天險，及佛岩溝(昔稱武當山)佛岩，均自然形勢湊成，寶雞之門雞台，為古代石器時代可考之地，蔡家坡有司馬懿豎旗處，對岸五丈原，葫蘆峪諸葛廟，皆足以使人想到三國時對壘情況為何如耳，興平咸陽一帶，北原之古陵，如星旗羅佈，不可數計，尤以漢之茂陵，周之聖陵，為巍武莊嚴，任人憑弔

，咸陽古渡亦古今曆地哉。

沿渭各縣居民，以河兩岸爲最稠密，市鎭相連，公路直達鳳隴，不久隴海鉄路及西漢公路築成，則川陝甘之交通賴焉，良以灘地較優于源地，數畝之田，可以活人，民情尙稱敦厚，年來災荒之後，地方漸行安寧，人民大可安居樂業，將見數年後有以復昔日之繁盛也。

今就以上所述，吾人試就渭河本身之位置形勢及各方面觀察，俱有其可治導之價値，其所以歷來有害無利者，徒政府未加注意，地方無力修治，對此龐大之河流，以如黃河，坐視其奔馳于大地而不顧，良可惜也，如能用科學方法，而實施以工程計劃治導之，蓄水防洪，引水灌田，築堤束河，以通航，則關中之豐，交通之發展，藉此而興利除害，渭治黃亦治，民裕財亦集，誠有莫大之利在焉，今幸吾國建設開始，百廢漸舉，尤以國人注重西北水利農業，則渭河之工程，將見政府逐步實施，吾人深願其最短期間實現，並對此黃河巨大之支流，多加以科學研究與探討，如沿河地質物產隄防等，多所述著，以供參考，作者今就所知，僅述于此，掛一漏萬，略而未詳，渭河其在甘肅一段，因足跡未至，不敢揣述，咸陽而下至潼關一段，當于再次詳測後敘之，期對于整個河流有一貫之記述，庶可窺其全豹，是則有俟于後日焉。

鎭蘇段運河整理計畫初步報告

汪胡楨

一、運河之現狀

江南運河北起鎭江，南迄杭州，長凡二百八十五公里。地勢南北俱高而中部低窪，無錫至嘉興間爲尤甚。每年梅雨以後（太湖流域雨季約在每年六月至九月）北則茅山長驪諸山，南則東西天目及杭州諸山，水量齊發，建瓴而下，益以揚子江亦値漲水時節，江水分由丹徒口越河口孟河口等處灌入，故運河增漲丈餘，民船乃得暢駛，惟運河閘堰，久歸廢圮，即有存者亦無閘板及管理人夫，故河中存水聽其消逝而不之節制，及久晴以後，（太湖流域每年十月至次年五月雨量較少）山水既竭，河水遂日淺一日。一入冬初，南段如塘棲崇德一帶，北段如鎭江至常州一帶，均乾涸見底。中泓存水，不及五寸。除極小船舶以外，航運幾至完全停頓。

無錫至嘉興間，水道縱橫，密如蛛網，傾度甚微，水面潦闊，蓋與太湖澱山諸湖互相吐納共同消長，非遇大旱，不至淺涸。玆擬將此段運河河底浚深，使在最低水位以下三公尺，此外旁支歧流，暫聽自然。故在事實上江南運河可分爲南北二部分，即以杭州至嘉興爲南部，鎭江至無錫爲北部，而無錫嘉興間一段，居於中樞，以爲之介其水位隨太湖爲高下，不再設立閘壩。今平望至杭州間運河正由本會合作機關浙江建設廳派員測量，一俟測圖告竣，即可從事規劃，本篇所述整理計畫，僅以鎭江至蘇州吳淞口爲限。吳淞江爲接通上海之要道，其整理亦不容緩，因非整理運河範圍，故不贅及。

按導淮委員會所定運河橫剖面底闊二十公尺，最小水深三公尺，面闊三十二公尺，可以容納九百噸之船舶。國防設計委員會致本會函，希望運河可以通行七八百噸之砲艦。故本段運河至少應有底寬度二十公尺，終年水深度三公尺，庶足達到通航與國防之目的。

二、運河之經濟地位

太湖一帶，本稱澤國，鄉民出入，咸資舟楫，古昔建築橋梁均中部隆起，狀如飛虹，足證交通孔道，實以水路爲主，陸路爲輔。清代各省咸置驛馬，惟江浙間改爲代馬船，因地制宜，不得不爾也。今河道雖多淤塞，然貨運往來，水道猶居重要地位，查每年經由杭蘇兩關之船隻及運貨噸數，昔時內地常關，均有紀載，玆彙列如左表：

杭州蘇州歷年內河船隻及貨運噸數表

年份	杭州		蘇州	
	隻數	噸數	隻數	噸數
1908	12,662	631,863	7,322	304,188
1909	13,124	649,513	7,210	295,896
1910	14,457	654.945	8,635	345,001
1911	16,563	659,747	8,527	335,537
1912	13,247	540,732	7,806	303,404
1913	12,724	552,809	7,629	286,435
1914	10,592	413,539	7,212	273,147
1915	12,781	427,651	10,006	334,440
1916	12,731	412,514	11,725	394,111
1917	15,579	420,815	8,915	318,266
平均	13,446	536,423	8,499	329,045

就上表而觀，可見每年經由蘇州之船隻均在八千艘以上運貨達三十三萬噸，經由杭州者更多於此。每年船隻爲一萬三千餘艘，運貨達五十三萬噸。茲再將滬杭甬及京滬鐵路近三年之貨運噸數列表於次：

路別	滬杭甬	京滬路	備註
民國十八年	901,545公噸	1,447,680公噸	民國二十年份京滬路行駛貨車共有468輛，滬杭甬路297輛。
民國十九年	981,008	1,383,414	
民國二十年	950,528	1,396,987	

此表所示，爲兩路全路各站之貨運總數，與前表所列雖不能直接比較，然已可見水運地位之重要，猶在鉄路之上，若將運河加以整理，使之終年通航，則貨運之

激增，定可操劵而待矣。

按鉄路與水運二者相輔而行，蓋運輸貨物均以自然經濟律爲依歸，非人力所能左右。所謂經濟律云者，蓋即運費保險費及運輸期內之貨價利息三者總和必須達到最低限度是也。故價貴體輕之貨，自然趨于鉄路，價廉體重之貨，自然趨于水路，歐美各國於鉄路之外，莫不兼重航道，正以其並行不悖耳。貨物既能以最經濟方法相運輸，則成本自可低減，可以行銷及遠。交通爲促進生產之利器，蓋以此故。復興農村，發展工商業，含整理運河其末由矣。

往來運河運輸貨物之船舶，種類綦夥，大小迥異，海關册內所載有二十六種之多，載重量自數十担至一千担，恃以生活者二人至十人。復按各種船舶中，以江西船及百官船爲巨擘。江西船來自江西，載運磁器由江陰黃田港進口經運河至嘉興卸貨，再由駁船，運至各地。船長三十一公尺，闊五公尺，最大吃水量二公尺，載重八十噸。百官船又名紅頭船，自上海載運煤炭至蘇嘉一帶，長三十公尺，闊六公尺，吃水二公尺，載重九十噸。此種船舶每艘造價約二千二百元，恃以生活者約八人。每日可運貨二千延頓公里以上，而開支利息合計不及十元，約計每延噸公里運輸成本祇及五厘，而京滬路四等貨運輸成本則需七分一厘，滬杭甬則需一角三分六厘，(根慷交通雜誌二卷二期一〇五頁)故運價之輕，較諸鐵路相去倍蓰矣。又船舶載重量愈鉅，則運輸成本愈低，運河整理以後，可以行駛載重九百噸之船，則運輸成本，更可低降，於此可以預卜航業之能急劇發展也。

三、整理運河計畫

自鎭江至蘇州一段運河，係隋代人工作開，故路線矢直，灣曲極少。所經之地，以鎭江及丹陽爲最高，兩岸積土，甚爲高峻。據測量結果，自鎭江至無錫石塘灣間河底甚平，其眞高約爲一公尺（以江淮水準零點起算）較諸鎭江揚子江最低水位約高一公尺半，較諸蘇州運河水位約高一公尺。故一入旱季，江水旣不能灌注入運，太湖水量亦不能逆行而上，此段運河，竟成無源之水。節節淺阻皆由於此。民國以來，雖曾局部疏浚，而於開通水源未嘗計及，故毫無成效可覩。

今欲使此段運河終年有三公尺之水深，則惟有出於二途，其一將鎭江至石塘灣間運河一律浚深至眞高零點下三公尺俾太湖水量可以逆行而上並於通江諸口建築堰閘，以限江水之倒灌。其二採用歐美船渠制度於鎭江及石塘灣各建船閘，維持兩閘

間水位至眞高四公尺。前者計需出土二千萬立方公尺以上。因出土甚遠故土方一項需費六百萬元。其他閘壩等建築費約八十五萬元，計六百八十五萬元。後者所需僅一百五十萬元，玆述於後。

(一)建築船閘　運河之上唐宋以來本有閘座之設。如望亭奔牛呂城丹陽大小京口均曾建設，以節蓄水量。今奔牛呂城丹陽張官渡，鎭江南門及小京口等處猶存閘址。惜後人不加注意，聽其傾圮耳。今擬於鎭江小京口及無錫石塘灣各建新式重門船閘一座。用以節蓄兩閘間之水量，使其水位常較河底高三公尺，如是則除近閘部分開浚引河及淺灘少數土工外，無需任何疏浚工程。兩岸隄防，應一律築至眞高六公尺，因原有運隄本極高峻，故修補工程，亦不甚鉅。

船閘均用兩重閘門，與宋代淮南轉運使喬維嶽所創複牐之理相同。(見郡國利病書)船舶自下而上則先駛入上下兩重閘門之間，下閘門隨即關閉。乃自涵洞，引上游水量灌入兩門之間，使水面徐徐升高，至與上游等高時，即開上閘門以放船外出。下駛時船舶先入上下兩重閘門之間，隨閉上閘門，開下游涵洞將上下閘門間水量徐徐放出，使水位降低至與下游水位相齊，乃開下閘門，放船下駛。

當太湖水位最低時，石塘灣船閘上下游水位相差爲三公尺，揚子江水位最低時鎭江船閘上下游水位相差四公尺半。此皆指最旱年份而言，普通年份，則上下游差度較少，且亦逐日不同也。

(二)恢復練湖水櫃　練湖位於丹陽城北，西北長驪諸山之水由中心河流滙於此，史稱晋時陳敏據有江東務修耕織，令弟陳諧遏馬林溪以溉雲陽(卽今丹陽)始成爲湖，蓋斯時京口未開，長驪諸山之水，滙爲馬林溪東北流入長江，以丹陽地峻，溪水易洩，故作此湖以利灌溉。及隋穿運河，始於灌溉以外，兼濟漕運。有放湖水一寸增運河一尺之諺。唐宋以來，此湖興廢靡常，然興則漕通，廢則漕阻，如出一例。清代名臣如黎世序，林則徐，均曾注意修復，故迄今圍隄高峙，猶具湖形。惟因東隄洩水四閘，傾圮殆盡，形如缺口，練湖水發，卽由閘址傾瀉入運，雨期一過，練湖卽無水可蓄，近人不察，更於湖底穿溝，名爲引河，落低閘址，改建爲涵洞，益使冬春之際，湖水盡量瀉出，竟至涓滴無存，實則鎭江石塘灣二處如建船閘，則爲維持運河水位計，非恢復練湖以作爲水櫃不可。

船舶過閘一次，卽需放水一次，其量等於上下游水位差與閘門以內平均水平面

積之相乘積。閘門建築雖極完善，亦不可不虞其漏水。又天氣乾旱之時，運河以內，水量多被蒸發，且運河水面既較地下水面爲高，則必有一部分水量滲入河底，以上各種消耗，經計算結果，每年十一月起，以至次年四月約需水量三十六萬立方公尺。此水量實以取給於練湖爲便。

練湖面積計十一平方公里，四周隄防，尙甚完備，略施修補，即可儲水三十二萬立方公尺，與以上所需相去甚近。實則即就最旱之年而言，自十一月至次年四月間，必有若干雨量，練湖流域面積計有二百五十平方公里以上，即必有若干山水流入湖中，以補所缺之數，暨滲漏蒸發之量。故以練湖爲水櫃，適足以維持此段運河之航運。萬一水量不足，則於石塘灣船閘，或奔牛孟河口臨時添設汲水機，用電力汲水接濟即可補救，此種汲水濟運辦法，盛行於法國，固非創例。而戚墅堰電廠電量甚爲充足，不難引用也。

練湖原有減水壩名黃金壩。遇湖水過盛時洩水入運以保湖隄之安全。今擬加以修補，使仍成爲練湖減水設備。

（三）運河減水設備　運河平常水位旣經升高，則原有通江各口所設閘座，如丹徒口越河口奔牛孟河口等均須添設閘板或改築爲滾水壩，以作爲運河之減水設備。必要時亦應改建爲船閘。

此段運河與溧陽金壇之漕河及滆湖太湖均有相通之道，雨季則分洩長江倒灌之水量以病滆湖太湖間之農田，旱季則走洩金壇漕河等處僅存之水量以病航（今金壇漕河入運口每至冬季由鄉民築土壩隔斷以免漕河之水走洩入運）故整理運河以後，均應於此等水口建築土堰或滾水壩。

四、工費之估計

目下詳細測量及估計，猶未告竣，尙難作詳確之估計，惟大約需費數目略在一百五十萬元左右。按工程告竣後，可以終年通航之運河長達二百公里（自鎮江至吳江接吳淞江）每公里僅需工費七千五百元，較諸公路鉄路廉省甚多，而利益加倍，茲將估計列後。

鎮蘇段整理運河經費估計點

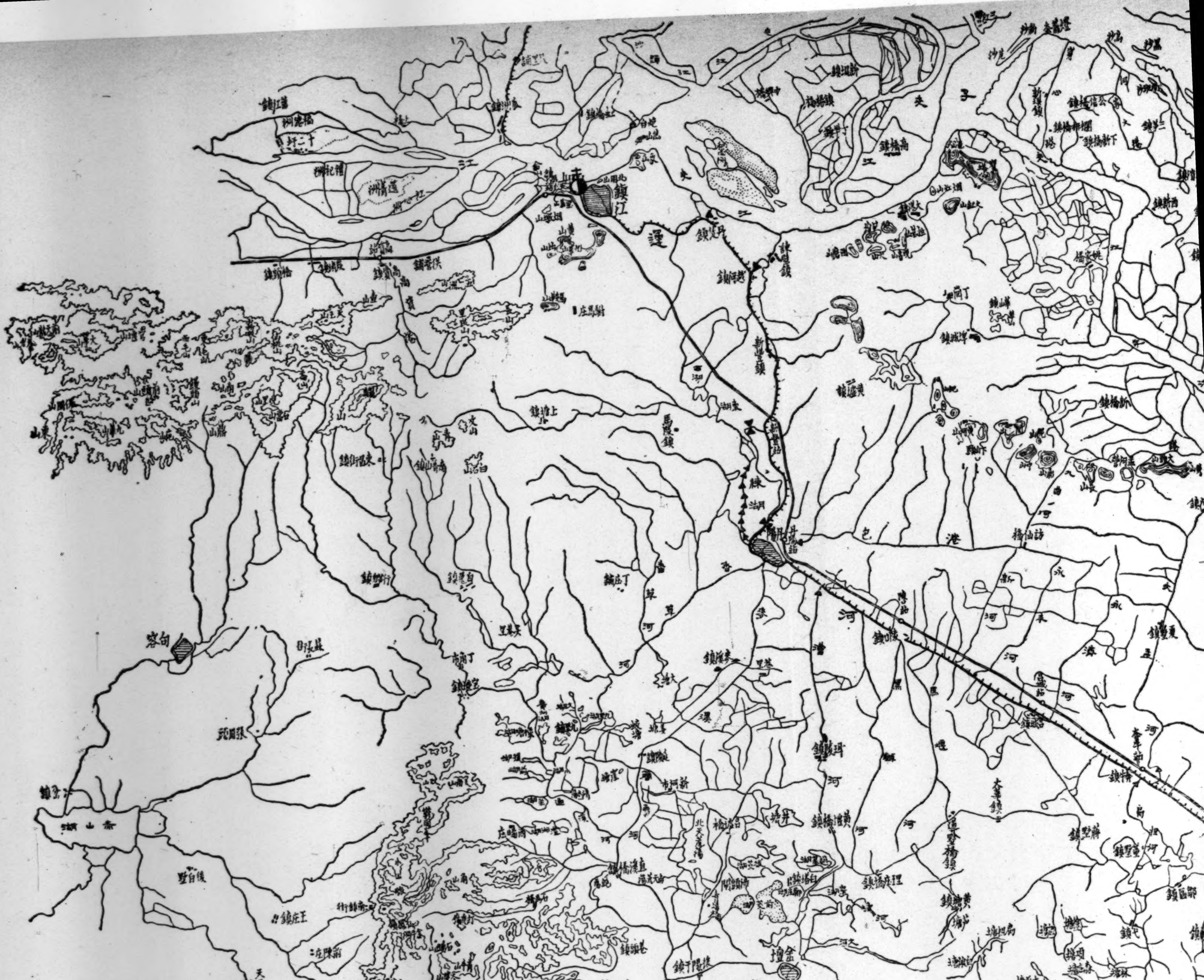
號數	項目	概要	估價
1	鎮江船閘一座	長100公尺，闊10公尺，最大水位差4.5公尺。	$400,000元

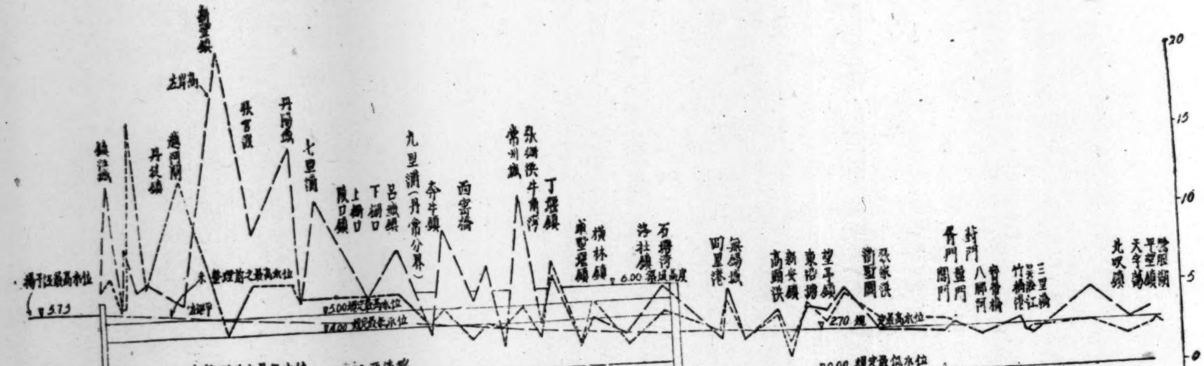
2	石塘灣船閘一座	長100公尺，闊10公尺，最大水位差3公尺。	350,000
3	鎮江至常州間開浚土工	1,000,000公方，每公方二角(鎮江江灘疏浚工在內)	200,000
4	練湖圍隄	長161公里，計土方176,000公方，每公方一角五分。	26,400
5	鎮江至石塘灣隄工	長70公里，約計土方800,000公方，每公方一角五分。	120,000
6	通江各口修閘工程	計丹徒口，越河口，包港，孟瀆，得勝河，丁塘港，佳溪港，柳堰橋河八口每處3000元。	24,000
7	通湖各口修壩工程	計金壇漕河，扁担河，官瀆河，石龍嘴，走馬塘，宋建河，志公港，戴溪橋河八口每處3000元。	24,000
8	建築練湖洩水閘一座	五孔新式洩水閘，每孔闊6公尺。	80,000
9	修理沿運及練湖涵洞	約計30座每座平均1000元。	30,000
10	修築練湖黃金壩	長40公尺。	30,000
11	疏浚石塘灣至吳淞江口河身	約計出土800,000公方，用機船疏浚，每公方三角。	240,000
共計			1,544,400
備註：1,2,4,5,6,7,8,9,10,九項施工完竣即可通航，共計需費$1,084,000元			

五、整理運河後之利益

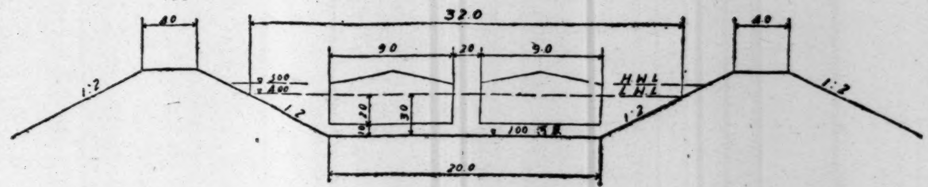
上文旣言每一延噸公里貨物之運輸成本，經由水道者至多爲五厘，又查京滬鐵路平均整車運價最廉每延噸公里約爲一分一厘半，滬杭甬路爲二分，相去爲一倍至三倍。今設通航以後，每一延噸公里之貨物，徵收運河使用費三厘，則水運費每延噸公里爲八厘尙較鐵路運費少至四厘。若銀行押款利息每月爲一分，每日船舶可行四十公里，則貨物成本在每噸四百八十元以下之貨，均有利用水道運輸之可能性。普通農產物，以及煤炭磁器建築材料等物，每噸價格均遠不及此數，於此可知有多數貨物均因運費昂貴未嘗起運，運河整理以後，其趨向於水運，實爲自然之趨勢也。

運河整理而後，可以通行載重九百噸之船舶，設此項船舶每艘淨載貨物七成足抵鐵路貨車一列以上，運河船閘每日至少可放過此項船舶三十艘，即每日可以通過貨物一萬九千噸，足抵貨車四十列。運輸能力之鉅於此可以相見。





縱剖面圖



運河最小橫剖面圖

比例 1公分＝3公尺



平面圖

10 5 0 10 20 30 40公里

計画圖例

船閘	◐
涵洞或單閘土堰	▲
洩水閘滾水堪	⧗
疏浚河身	┼┼┼

整理運河討論會

鎮江至無錫間運河整理計劃

設計者 汪胡楨

民國二十三年三月二十一日

今且卑之勿高論，姑以現有船隻，作爲計算利益之根據。設每日船閘開放三十次，每次通過載重九十噸之貨船四艘，即每日可以過貨一萬噸。每年以三百日計，每日每艘行程四十公里，則每年可以通行貨物300×10,000×40＝120,000,000延噸公里。（略等於滬杭甬等之貨運額，以期安全）每延噸公里徵費三厘，則得三十六萬元，除管理及維持費每年十二萬元外，得淨利二十四萬元，此整理運河後之直接利益也。

每年六月至十月爲農田需水時期，同時爲江水高漲及太湖流域多雨之季。運河整理以後，丹陽練湖在此期內，除濟運而外，尙可以一部分供給農田需水。設以半湖水量一千六百萬立方公尺之水，作爲灌溉之用，尙可溉田三十二平方公里，即五萬畝。雖不必向農民徵收水費然實惠及民，每年必在五萬元以上矣。此整理運河後之間接利益也。

每逢雨季，蘇州一帶每苦水多，其來源固由于東西苕溪之暴漲，然揚子江水自通江各口倒灌入運，汩汩東下，其量亦至可驚。運河整理以後，通江各口均有節制工程，杜絕害水來源，下游昏墊之憂，亦可消滅。又練湖恢復以後，可以節蓄長驪山水，使不致傾瀉東下，以爲蘇州一帶之害，均屬整理運河後之間接利益。

低廉運費爲工商業之命脈，此理已爲世人所公認。今查運河所經重要城市甚多，如鎭江常州無錫蘇州等處，工商業均甚發達，故益可見運河整理以後，有裨農工商業者甚鉅。鎭江商業本因江輪不能停泊而減色，將來亦不難以運河爲桑榆之收。復次運河每年運輸貨物可達一萬二千萬延噸公里，則航業收入每年可達六十萬元，恃以生活者至少達五千人，此亦民間所食運河之惠也。

總之除間接利益不計外，國家投資一百五十萬元，每年可以直接收入使用費二十四萬元，實爲合于經濟之建設事業也。

查勘湖北清江水道報告

王學恕　暴繩武

一、查勘經過

二十二年十二月八日，學恕等奉令查勘清江水利，爲整理計劃之根據。當即籌備一切。於十一日晚趁江和輪上駛，以水淺灘多，晚間停輪。直至十五日午後始抵沙市。十六日赴鄂湘邊區剿匪總司令部謁見徐總司令，接洽沿途保護事宜，並在沙市之水準標點校對氣壓計爲推算清江各地標高之依據。十七日趕乘小輪。又以連晨大霧。至十八日深晚始達宜都。十九日上午訪謁三十八旅潘旅長，及宜都縣楊縣長，接洽一切，下午施測清江河口斷面，並至商會調查由清江輸出之重要物產及其數量，蓋宜都爲清江河道之出口，上游來貨多由此轉運漢口，觀夫物產之種類，及產額之多寡，於整理清江之價值至有關係也。二十日晨楊縣長派警士一名，作爲嚮導，潘旅長派連附一名，率兵士一棚，隨同保護，改乘民船兩艘，沿途查勘，因中途淺灘甚多，水流湍激，三天僅行九十里。至二十二日抵達長陽縣治，該地居民三百餘戶，殊無市面可言，惟四週環山，風景絕佳。二十三日捨舟登陸，溯河而上，復因山道崎嶇，途行維艱，每日平均四十里。至二十五日方抵資坵，該鎮在未被共匪蹂躪以前，市廛櫛比，商業繁盛，清江上游各縣山貨，咸集中於此，轉由水道向外運輸，實長陽縣之首鎮也。二十六日專事測量調查。二十七日由第九區保安隊游副司令，派兵一排負保護之責。二十八日午後三時抵招徠河，已由陸軍新編第三旅蔣旅長派兵一排由野三關前來換防，招徠河至中碼頭十五里之間，水度甚深，可以行舟，彙因此段山路奇險，故往來行人，咸由此過渡焉。二十九日宿鹽池鎮，河邊有溫泉一，泉水微帶鹹性，故名。新三旅兵士出發時，僅帶三日粮，擬轉到野三關之後，由沿途駐軍節節護送，初不知我等必須溯江而上也。三十日晨趕到三友坪，原擬交由巴東保安隊接手保護，不意沿江駐軍，又已悉數調防，是不特軍粮告罄，而崇山峻嶺，居民絕少之處，孤軍亦未敢深入，不得已，冒雨翻過一千二百公尺高度之大山，宿東鄉門，盡出所有少數食糧分餉士兵，聊以充飢。三十一日枵腹冒雪行四十五里，回野三關，爲巴東縣之首鎮，在宜施大道之中心點，離恩施三百六十里

，旱路五天可達，自被共匪蹂躪以後，市面蕭條不堪矣。元月二日起程至六日到恩施，適値鄰縣利川告警，軍隊調動及佈置奇忙，且自恩施至三友坪之間，沿河無路可通，因被環境所驅使，不克親歷全河，良以爲憾。七八九三日專事測量及調查，頗得新三旅蔣旅長，第十區袁專員，及士紳張朗村先生之贊助。十日查勘伏三跳。十一日參觀龍洞。十二日由恩施啓程取道巴東。十三日起一路大雪紛飛，山愈高，雪愈大。十七日晚抵巴東，從巴東至宜昌，水程三百六十里，中國輪船可由駐軍揚旗囑令稍停趁輪下駛，四小時可達，但無一定之班次及時刻，必須大朝即到江干登船守候，日晚不來再行上坡，不意如此連守五天，直至二十二日始趁民康輪返宜。此五日時間，誠如守株待兎，未敢稍離片刻，目睹洋商船隻往來頻繁，而亦莫可如何也。二十三日到宜昌。二十四日趁招商快利輪東下。二十七二十八兩日又在新堤擱淺。至二十九日始行到漢。按此次出發，共計四十九天，而大半消磨於往返行程之中，鄂西交通之不便，於此可見。玆將查勘所得，分述於次：

二、河流原委

清江一名夷水，源出利川縣西佛寶山麓涼風埡之龍洞溝水，係洞出北流會大魚泉水，折東會觀音河。折南會汪家營，水復折北至兩會潭會七里溝，再北會散水，東南流至利川縣治，西南會九渡河，再東會忠孝，水向東北流，轉東入落水洞，時隱時現。經鯉魚洞，響水洞，觀彩峽，突於黑洞復出爲雪照河，東入恩施縣境，折向東南會馬料溪，黃連溪，乾溝至兩河口，南會杜庫河，水勢漸大，折而東北至屯堡，北會落葉壩，水曲折東南流，鴨松溪，帶水河，鹽水溪，此第來歸。至恩施縣治北遶東，東會通潮溪，水係龍洞所出。每逢子午時，水勢放大，水面亦較高，故名。至縣治南西，會藥水溪，麒麟溪，巴公溪。折東會蔡家河，折南會天橋，水復折而東南會金銀溪，北會孫兒溪。爲長沙河，忠建河，挾咸豐宣恩境內之水，自南來會，再東北至兩河口馬水河，挾建始縣境內之水，自北來會。水勢驟大，再東北會東耳溝，保水溝，黑毛溝，馬尾溝，巴溪河，吳家園河，交建始縣境至棉羊口，南會五家河。再東會鄭坡河，水折而東北爲大塘河，至殷家河口野三河，挾巴東縣境之水自北來會。交入巴東縣境爲支洞河會姚溝，復折而南會李家溪，東折至桃符口，南會五龍河，北會磨刀河，再東會紅岩溝，苦竹溪，仁明溝，響水河，羊子溪，

周家溝，至鹽池西交入長陽縣境，會枝柘坪水，水由祕洞流出，亦伏流之一也。至招徠河鎮招徠河，水自北來會，曲折東流會紙廠河，棉潭溝，四楊溪，沿鄉溪過毛坪會塞蜂子溝，長冲乾溝，倒洞溝諸水，至天池口天池河，挾五峰縣水自南來會。再東會淋湘溪，大橋溝，楊水溪，碓窩潭，至資坵鎮，會報馬溪。再東會魏家溪，腰站河，生機溝，四季溪，東峽溪，至馬連會莫家溪六伏溪。復東會分水溪，泉溪，東流溪，莊溪，經都鎮灣會中流河。折而東南會平樂河車溪，復折而東北會沿頭溪。至津洋口丹水挾長陽西北部之水，自北來會，迤邐東南行經長陽縣治，南會炭溪溝。再東會永河坪水，白石溪，至分水嶺交宜都境。至鄢家坨，北會涼山溪，富金溪。折而西南至磨市，會磨石河。復折而東會兩岔河，石門河，毛家沱河，姚家冲水劉家河，至茶店子，漢陽河，挾五峯縣水，經漁陽關，由西南來會。再東至宜都縣治，北入江左岸支流，連無名者四十有九，而以馬家河，野三河，招徠河，丹水，為最大。右岸支河連無名者計五十有六，而以忠建河，漢陽河，為最大。全河總長為四百二十公里，流域面積二萬零八百平方公里。(參觀清江水道原委圖)

按清江發源何處，各書不一其辭，恩施周鯤棻先生所著清江源流道里記，則謂清江水源，出利川縣西一百四十里之小山東，東流十里過白楊塘，南入於檀香洞伏流四十里至七藥山東，龍洞溝始出。惟查圖小山東之水，係北流由磨刀溪入峽江，至龍洞溝之來源，或係大分水嶺一帶，各天坑之積水，會總伏流而出。

明史地理誌，施州衛東北有清江，一名夷水。下流至宜都，入於江，禹貢和夷底績晁氏曰，夷水出巴郡魚腹縣，東南過佷山縣，東入江，今以地勢求之建始縣(即漢巫縣地)東北之大哥嶺下之蒲潭溪，正在巫山縣西南，奉節縣(即古魚腹縣)東南，恩施縣(即施州衛治)之東北，所謂夷水之源，乃實指馬水河之水源蒲潭溪而言，而非清江之正源也。明史地理志又謂，清江自四川黔江縣流入，亦曰黔江，按清江秦屬黔中郡，故亦名黔江，黔江縣亦屬黔中郡，鸞倒溝距，黔江縣又近其發源處，殆指忠建河之源，鸞倒溝無疑。

後漢書南蠻西南夷列傳注，施州清江縣水，一名鹽水，源出清江縣西都亭山，明史地理志施州衛北有都亭山，施南府舊志謂都亭山在利川縣東

九十里，與恩施連界，今雪照河正在恩施利川接壤之間，恩施西北境爲恩施都亭里利川，中汎爲利川都亭里，自此下並無伏流，故所謂發源處，殆即指此。

三、河身現狀

甲、橫斷面　淸江河身寬度，自二百五十公尺至五十公尺不等，深度與寬度成反比例，最深處在洪水位以下二十二公尺至十四公尺，間有河身窄而且淺者，則所謂峽內之淺灘是也。宜都河口寬度二百三十一公尺，深度在洪水位以下一七·九公尺。自毛家沱以上，盤旋於兩岸山嶺之間，恆遂自然之趨勢而變遷，凡遇山峽之處，河面寬約在一百公尺左右，河水較深，踏勘時以沿途無船隻，且路在山坡之上，亦不易下坡施測，故此次斷面測量，僅在宜都，長陽，賫坵，恩施行之。各斷面之洩水面積，宜都爲三一〇一·四平方公尺，長陽爲二六三九·一平方公尺，賫坵爲二一〇八·五平方公尺，恩施爲一二四二·一平方公尺。（參閱淸江水道橫斷面圖）

乙、傾斜　淸江河身之傾斜度，實爲此次查勘首應注意之一點，故出發時即用氣壓計，在沙市已知水準點上較對零點，然後沿途推測，計宜都高度爲六二·九五公尺，（指高出吳淞海面而言下同）長陽爲九五·九五公尺，賫坵爲一九二·九五公尺，恩施爲四五二·九五公尺，宜都長陽四三·五〇公里間之傾斜，爲一千三百分之一，長陽賫坵五二·五〇公里間之傾斜，爲五百四十分之一，賫坵恩施一七二·〇〇公里間之傾斜，爲六百五十分之一。惟氣壓計往往因天氣關係，變遷極大，僅能得其大概。復在陸地測量局五萬分一實測圖上，實量同高線作爲比較，列淸江河岸傾斜度一覽表，幷爲明瞭本河道之里程高低，及重要支流之長度起見，特製淸江兩岸狀況一覽表，一併附錄於後。

丙、險灘　淸江河身傾斜之大，旣如上述。上游水量不致一瀉而盡者，淺灘比連節節蓄水之功也。諺云七灘八淤彙九洲七十二灘上賫坵極言行船之險，今實地調查，由宜都至賫坵得六十八灘，即張飛灘，油肚灘，風暴灘，龍頭灘，鄢家腦灘，老觀灘，三家灘，朱二灘，大花灘，小花灘，芭蕉灘，淺淤洞灘，棺材市灘，西毛灘，小柳金灘，大柳金灘，老窪窰子灘，背灘

灘，猪羣灘，朱律灘，王家灘，釜瀨灘，大青魚洞灘，楊家灘，秋浪灘，文毛洞灘，床脚灘，伯王灘，貓子灘，西市灘，羊肉兒灘，下門口灘，徐家灘，平洛灘，春有灘，大芭蕉灘，鮎魚灘，七丘灘，罩兒灘，膀子石灘，大花墩灘，周家灘，小渾牛灘，大渾牛灘，石羊灘，大磨灘，小磨灘，刀兵灘，遷魚灘，厚浪沱灘，胸溪灘，小靜安灘，大靜安灘，籮筐灘，馬連灘，狗牙灘，長灘，飛雨灘，赤池灘，青灘，乒乓灘，貓子灘，小貓子灘，桃花灘，孟坑市灘，田家灘，中碼頭灘，向王灘是也。大水時以膀子石灘爲最險，膀子石形如膀子，適當水流正冲，石左又係高灘，下水之船，必向膀子石而行，在適當時逼左至中流而下，偶一不愼，即遭沉沒，小水時以貓子灘爲最險，左右均灘，僅一綫中泓，彎曲於險灘之間，至易擱淺，俗所謂大水怕膀子，小水怕貓子者此也。資坵以上，有驢子灘，碓窩灘，花灘，長安寺灘，木瓜灘，淋湘灘，小花灘，太平灘，康岩屋灘，連三灘，青灘，沙灘，寨峯子灘，簸鎖灘，鰱魚灘，魚峽口灘，野雞沱灘，大花坪灘，猪凹坑灘，挺子灘，牛皮灘，王四灘，狗兒灘，田心灘，板下灘，小牛皮灘，大牛皮灘，鋪子灘，長灘，青灘，朱良灘，苦業兒灘，難灘，白沙灘，魚辛灘，磨刀灘，新崩灘，鰱魚灘，亂吼灘，清明灘，魚劍灘，雷打石灘，七里灘，夠拱沱灘，三簸箕灘，滾波浪灘，龍洞灣灘，紅花埫灘，龜山河灘，蓮花三灘，羅家洞灘，石板灘，伏三跳灘，新灘，擂鼓灘，三篙子灘，余家灘，木魚灘，三簸箕灘，野猪灘，大冲潭灘，捨命灘，土地灘，香爐灘，考險灘成功之原因，約有三種。

(一)兩岸山石崩裂，壅塞中泓，亂石均係大塊，如滾浪灘，新灘是。

(二)河身灣曲處凸岸墊高，漸次影響及於凹岸，或幹支水流衝抵流緩水中，砂石因而停下，故多數淺灘，均在河身灣曲處，及支河口門之上下。

(三)山脈橫貫，河底隆然高起，如伏三跳是。

各大險灘在小水時，因水淺流急，無法過船，大水時復以浪花過高，危險更甚。即木排亦須折散後，逐根放下云。玆將重要險灘之位置，在圖上列編番號，

江水道淺灘形勢一覽表，以資對照。

丁、底質　全河均係卵石，間有青砂，色與洋灰無異，因兩岸皆山，樹木葱鬱，雨水所帶泥沙極少，故水色碧綠，名曰清江。如恩施所架木橋之脚，均以木作，架上覆橋面，壓以石卵，而并不下樁也，下層底質雖未經鑽驗，但大部份為石質，必然無疑。

四、發水情形

清江流域，全部皆係高山，故發水時來勢極猛，一日之間可以陡長三四丈，三五日間即行退落，恢復原狀。發水時流速甚大，在資坵順水行船，半日可達宜都，故煤船恒裝貨待水行駛，如能細雨時行，常存半河之水，則行使船隻最為便利。冬季水量極小，淺灘之處，僅現水槽，寬祇及丈，深僅數寸而已。民國二十年，江水倒漾四十里至磨市以上雞毛帶地方。

五、水利狀況

甲、航行　清江上游至兩河口以下，開始通行船隻，可以直達四十二公里，至恩施縣治南之伏三跳灘，四川萬縣所來食鹽等物，均由旱道運至屯舖，至此再由水道運至恩施，分銷宣恩、咸豐，鶴峯各縣。伏三跳過灘後，可通十二公里至長沙河下羅家洞灘，自此以下二十一公里，過斛拱沱灘，復通船隻。十八公里之鏈魚灘，再二十八公里至桃符口之磨刀灘，再三十一公里至招徠河之田心灘，再三公里至挺子灘，再八公里至毛坪西之簸鎖灘，再十五公里至太平灘，再五公里至長安灘，再六公里至資坵之向王灘，以上各灘，船隻均係擱駁過儎，自此以下，終歲通航，長陽縣舊志儎，各灘有峽船運儎客貨，一峽送一峽，名短水，其由大花坪直送向王灘者，名長水，羣視為利藪，短水固不若長水之省費而簡便，長水究不若短水之頻起而穩妥，視以一葉扁舟，破險直下，一旦失事，船身且不可保，有何利之可求云云，可知簸鎖太平長安諸灘，昔時亦可直通過去，惟不若擱灘之穩妥耳。巴東施南之土貨，多數從桃符口上船，至招徠河起岸，由陸路至大花坪上船，再長水或短水，運至資坵過儎入江。資坵以上，均用小船裝儎，資坵以下，在中水位灘上，水深五六尺時，五六百担之重儎，可以通行無阻，(吃水四五尺)每年至多往返十次，(即每船可以裝貨下去五次)水過大則

恐危險，行者殊少，吃水五六寸，裝貨十餘担之船，常年通行，惟上水無順風，行甚緩，下行水尋常三天可達宜都，此清江幹河航行之情况也。支流中惟漢陽河可通船隻，至漁陽關，計五十三公里，大水時吃水一尺六七寸，裝貨一百二十石之船可以通行，小水時僅餘槽寬七八尺水，深五六寸小船，須用人工前後推挽而行，此類船隻，係用椿木作底，而無舵，五峯土產之輸出，外貨之輸入，均以漁陽關爲會集之所。昔年幹支河之船隻，往來頻繁，近受匪亂影響，河中船隻稀少，賫垢漁陽關之市面，亦均蕭條不堪矣。

以上航線，幹河共計二百六十四公里，惟須節節過壩，支河五十三公里。

乙、灌溉　清江幹流，雖完全盤旋於山谷之間，而上游落水洞以上，地勢平衍，如利川縣治，及汪家營沿河一帶，產米甚富。黑洞以下，凡幹支河兩岸平窪之處，亦多水田，如長陽縣之枝柘坪磨市椰坪更爲產米著名之區，其灌溉方法，大半利用地勢，引水灌田，亦有利用水力，使車旋轉，車水灌溉者，水車構造，至爲簡單，法用木製大輪一，中穿以軸，架在水中，輪上斜縛多數竹筒，上游來水灌入竹筒，並由水力之推動，使之旋轉，轉至相當高度，水由竹筒他端流出，落入水槽，引到田間，山地木竹均極價廉，予以利用誠屬相宜。

丙、水力　清江兩岸，盡係高山，溪間水聲潺潺，終歲不絕。長陽縣境，多有利用水力設造紙廠，如津洋口鴨子口等處所在多有，僅長陽一縣，紙廠共有四五百家，容納工人近一萬人。其他各縣，亦多利用水碓，以製造煙香等物者，惜所造之紙，純係迷信燒化之用，如果加以改良，則滿山是竹，有如此絕好原料，及天然水力，前途發達未可限量。恩施縣東北十公里，通潮溪之發源處名龍洞，前往參觀時，流量每秒約計半立方公尺，瀑布高度不足十五公尺，且水流散漫，當地士紳曾擬議設廠發電，似不合算。

六、其他概況

甲、出產　清江流域之出產如何，實爲此次查勘首應注意之點。對於清江有無整理之價值，關係至大。但求一統計可靠之數量，殊不可得。關於恩施，利川，宣恩，咸豐，建始，鶴峰，巴東各縣第十區專員公署，曾加以全區

調查之統計，玆特附錄於後，其長陽出產，當以煤炭爲大宗。由廟沱至資坵，產有煙煤，開採者不下數十家，先由廠主出資闢洞，候得到礦苗，然後僱工開挖，大概連開採費由洞運到河邊每担化錢一千二百文，（一角五分）售價可值三千文。（約合洋三角八分）沙富灣一帶，沿河三十里，均係無烟煤礦，礦質極佳，下船亦極便，惟以土法開採，且清江運輸困難，每年祇在中水位時運輸五次，故漢口重要廠家，雖願訂購，亦以交通不便，未能充分承辦。長陽縣對岸山上有土朱礦，當地每担價值一元二角，運往宜昌三元一石，其利甚厚，各山荒蕪者甚少，其不能耕種之處，均滿植松柏杉竹之類，惜外運不易，價値甚廉。恩施建始之木排，均在大馬驛紮成放下，大水時必僱用湖南桑植人司其事，因沿途險灘太多，時須重紮，四十餘天方到宜都，且須損失三分之一。其他土產，食糧以玉蜀黍山薯洋芋爲主，苞米次之。山貨除竹木而外，以桐梓木梓漆茶藥材爲主，而燒紙及銀皮紙出產亦豐，磨市之石極著名，各種石料，無不齊備，石工總數近五千人，亦長陽大宗收入也。宜都彖出布，古老背白洋兩處，木機數千架，所出之布，全數傾銷施鶴，換取土貨。

乙、貿易　清江流域貿易市場，上游以恩施爲中心，中游以資坵爲中心，其他市鎭均係逢集交易。但究竟每市貿易若干，曾到各處商會及大商舖調查，亦均瞠目不知，所對此次調查對於出產貿易兩項，不得具體統計，實屬憾事。恩施輸出品以漆桐油蘇梧子爲大宗，資坵在上列各項之外，更有茶藥材煤斗紙數種，輸入品以煤油布疋洋貨食鹽四項爲大宗，恩施之出品大都由旱道運往宜昌，入品如食鹽，則從萬縣運來，計有塊鹽，麵鹽兩種，塊鹽產於夔州，每担十三元，麵鹽產於雲陽，每擔十二元。其他煤油等多從宜昌陸道運來，運費比較原價幾加一倍，資坵因有水運，故山貨集中於此，近年因共匪猖獗，市面蕭條異常，玆將平時每年輸出山貨，概算如左：

資坵輸出山貨概算表

品名	出產量	出產地	單價	值價	備考
紅茶	一百餘萬斤	鶴峯五峰	三角	三十萬元	
白茶	一百餘萬斤	長陽	三角	三十萬元	
生漆	一百餘萬斤	同上 巴東亦出	一元	一百萬元	
漆油	二十餘萬斤	同上	一角八分	三萬六千元	
桐油	一百餘萬斤	長陽五峰巴東	一角五分	十五萬元	
木油	二十餘萬斤	同上	二角	四萬元	
木梓	二百餘萬斤	同上	五分	十萬元	至宜都值七元一担
煤炭	五十餘萬石	同上	四角	二十萬元	
斗紙	三十餘萬塊	同上	六角	十八萬元	
棓子	八萬斤	同上	二角	十六萬元	
藥材				三十萬元	

以上總計貳百柒拾陸萬陸千元

丙、交通　清江流域之交通，以恩施爲中樞，各縣均有縣道，相互連絡，而以恩施至宜昌及恩施至巴東之大道爲最講究，係用大塊青石砌舖成級，惟山路起伏甚大，每站普通規定六十里。施宜大道之運輸可以人夫担挑，及牲畜負荷，資坵以上，僅能人夫肩負而行。旅行者有滑桿可乘，滑桿係用兩竹桿一木板結構而成，上好者價值半元，有坐者睡者兩種，尙屬輕便。恩施有三等電報局，宜都至資坵，恩施至巴東，以及野三關枝柘坪等處，凡軍隊駐紮之處，暨沿途設有兵站及區公所所在地，均通長途電話，一切軍運，除清江水道自宜都至資坵而外，均係徵夫負運，普通每人日給火食一角五分，亦有沿途專由兵站供給伙食，而不給資者，由各兵站交相接替。由巴東運至恩施三百六十里，山路每人

僅能負重六十斤，即運六十斤之物，必須經時六天，交換六人，如由宜昌運去時，與人且倍之，此係最好之大道，倘屬如此，其困難情形可想而知•所有大道，正在征工修築，由各堡按戶派工，路旁田主供給伙食，此次由恩施回至巴東，從恩施至高店子沿途尚有食宿，高店子至朱沙渡，必須自攜食物，因此節均係高山峻嶺，人跡稀少，惟山頗雄偉，風景極佳，此次冒雪而行，尤饒興趣，曾用氣壓計觀測，沿途大概高低，附錄於後，藉知山路起伏之梗概•

地點	氣壓	高度 公尺 高度以沙市B.M.爲零點
恩施	73.60	410
機心厰	69.80	775
熊家岩	69.70	780
南陵渡西分水嶺	70.40	660
南陵渡水面	73.60	350
崔家壩	69.95	760
横岩子	69.68	785
高店子	70.42	655
燕對崖	65.62	1280
大支坪	67.40	1055
界牌埡	65.62	1280
龍潭河南八里分水嶺	63.50	1540
龍潭河	65.80	1260
毛家坡	62.75	1640

田家坪	63.40	1490
綠葱坡	62.50	1670
西流水	62.23	1705
東流水	62.40	1680
三星觀分水嶺	64.62	1450
包子山談姓門口	65.70	1265
朱沙渡分水嶺	67.40	1050
朱沙渡區分所	68.04	990
茶店子	69.30	830
毛爵	68.40	955
風吹埡	67.90	1008
毛池	69.30	840
大吉場	72.10	512
巴東縣二十年洪水位	76.34	54
巴東廿三年一月十八日峽江水面	76.68	15

丁、人工　宜都瓦木匠每工四角，農工供食每工一角，長陽普通人工每天供食一角五分，木匠細工供食每工二角，粗工一角五分，石匠供食一角五分，不供食三角八分，恩施大致相同，人民普通食粮爲玉蜀黍飯，一天兩餐，平均八分，可以度日，勞力者自當加半。

戊、工料　長陽石灰每担(一百斤)一元二角，恩施城外有石灰窰每担僅售二角五分，煤炭價亦然。長陽木料柏木七寸徑(在一人一手高處量約二公尺)者每根四元，(就山地購買須自伐自運)四五寸徑者每棵半元，松木七寸徑者三元，巴東半寸厚杉板二元一方，恩施大致相仿。民間房屋建築，多係樸

房，良係工料便宜之故。

己、教育　沿途所過各處，除縣治及資坵野三關有少數學校（恩施有省立初中一）外，鄉間絕未曾見，從宜都僱船至長陽時，舟子均住長陽對岸山上，三人中有二人識字，誠屬難得。人民面目極清秀，諒係所居之地，山清水秀之故，惜有嗜好者居多，尤以脚夫等勞力者爲甚。

七、整理意見

甲、整理經過　清江在前清張文襄公督鄂時，曾派知縣黃世榮負責整理，當時重在烘炸淺灘，如伏三跳灘羅家洞灘蓮花三灘龍洞灣灘滚波灘三簸箕灘斛拱挖灘七里灘均經派人開炸，他如太平灘長安寺灘勝子石灘等，亦先後由商人醵金整理，其成効僅於大水時略爲減低水花，俟水頭一落，灘石顯露如故，據說伏三跳未曾開鑿以前，清江發水時，水達恩施城門，自開鑿之後，僅抵城根，相差達二尺許，則開鑿之後，於洩量方面，當然略爲增加，但整理清江，其目的在求航行之便利，因兩岸皆山，向無水災，洩量之增加與否無甚關係也，恩施至宜都，祇黃知縣乘船下行一次，逢險灘則人物登岸，聽船下放，過灘後再行上船，如此勉達大江，此後則絕未聞有乘船逕達大江者，資坵以下。在水位極小時，年由船戶醵資數百元將航路之不通者，略爲挖開，僅能通行裝儎十石之船。

乙、流量估計　清江傾斜如是之大，底部又多石質，再以整理經過事實之證明，决非專恃開鑿，得以收效，顯然可見，但究以何種方法爲最宜，則大水時之流量流速以及枯水時來源之多少，均應先事推求，爲設計之根據，清江總流量應在宜都推算，惟查宜都洪水位如是之高，係受長江影響，且已漫過堤岸，不能根據計算，茲惟取用長陽所測斷面及調查附近洪水位之傾斜，用 Ku Her 及 Chezy 二氏公式推求其大概

Kutter's formula:

$$C=\frac{41.6+\frac{0.00231}{S}+\frac{1.811}{N}}{1+\left\{41.6+\frac{0.00281}{S}\right\}\frac{n}{\sqrt{R}}}$$

根據長陽斷面得　$R=\frac{A}{P}=\frac{2639.1}{215}=1225$公尺或40.2呎

$S=\frac{1}{10000}$（調查所得之洪水位傾斜）

N=0.035(Rough bed)

代入公式得　C=88

Chezys formula:-

平均流速　$V=C\sqrt{RS}=88\sqrt{40.2\times0.0001}$

$=5.58$ 呎 或 $1.70\,m/s$

流　　量　$Q=AV=2639.1\times1.7=4490$立方公尺

算得每秒流量爲四四九〇立方公尺，平均流速爲一•七公尺，再加漢陽河一部分之流量：清江總流量應在四六〇〇立方公尺以上，驟視之，似覺太大，惟按之兩岸之地勢，上下游之高差，以及大水時資坵下行船隻所需之時間，以若大之洩水面積，推算所得之數目，並不爲過，但係暴源，數小時即行退落，不若襄河之長流，影響長江水勢之甚也，查勘時在長陽恩施均用浮子法測過當時流量，如附表，惟恐水之底部，受上下游淺灘之阻礙，變爲靜流，未免嫌大，且小水時水位尙須低落，按情勢估計，恩施最小流量，總在每秒三立方公尺以上。

丙、整理方法　整理清江，不能專恃開鑿既如上述，最好辦法，祇有節節建築新式壩閘，即在船閘之旁，附以活動壩，小水時期，旣得保持一定水位，由船閘照常通航，大水時期，則隨時啓放活壩，充分宣洩，其險灘中橫梗中流之巨石，仍當與以烘炸，使大水時減除航行之危險，玆將活動壩與船閘之組合及使用方法，陳述如次。

活動壩在小水時期，可以節蓄水流，抬高水位，以維持航行，大水時則完全啟放，兩岸無泛濫之虞，有蓄水之利，而無阻礙水流之弊，其構造式樣，有滑板壩Sluice gato woir旋板壩Shuffer woir 橫條壩 Flash Board woir 直條壩Noodle woir 捲簾壩 Cnrfain weir 等之別，各有利弊，於下節論列之，船閘之構造，在河流中用兩牆圍成一長溝，名爲閘室， Look

Chamber室之兩端設二門名爲閘門，Lock gats 近上流者爲上閘門，近下流者爲下閘門，門旁各設有小水溝，使閘室與河流相通，名爲通水溝，Sluice Way 溝間置活瓣，以司啓閉，船從下流低水位上行，則先將下閘門打開，使船進閘室，然後關閉下閘門，將上閘通水溝之活瓣打開，使上流之水流進閘室，待與上游高水位相平，然後打開上閘門，船可平穩上駛矣。下行船則反之，先啓上水溝，使閘室水與高水位平，然後打開上閘門，船進閘室，次即關閉上閘門。開放下水溝，至閘室水與低水位平，再開下閘門，船向下行，船隻上下，於啓閘時可同時行之，間有不用通水溝而在閘門上開洞過水者，其效用同。

閘門之構造，側邊凹部名門龕，Gaterecess 底面則爲平坦面，上有凸起名爲門檻 Sill 門之樞柱，安在門龕之一隅，上端套在鑲於側壁之鉄圈中，下端置在埋於地下之尖軸上，以便旋轉，門之底部裝設鐵輪，輪下設輪道，利於啓閉，閘門常於鉄作框，附以木板製成之，閘門開閉所用之方法有四，(一)門頂裝有橫桿，旋轉此桿以啓門，法甚簡單，但僅利於小門，(二)門置鉄索兩條，繫於岸上，開門時牽動門背之索，閉門時牽動前面之索，此法可牽動大門，惟易妨礙船之檣桅，宜加注意，(三)門背釘有與門面成直角之齒條，使與岸上齒輪相嵌合，動轉齒輪，則門因之而旋轉，(四)門背置長桿，用水力或汽力推動啓閉，非極大之門，不用此法。

丁、活動壩式樣之選擇　活動壩式樣繁多，既如上述，但究取何者爲宜，是當首先研究，玆將各種活動壩之式樣及使用之利弊，分述如次。

(一)滑板壩Sluice gate weir 河底基礎之上有橫檻a. 上直立兩柱b. 中附有溝，更有滑板c. 鑲在溝內，使可上下滑動，惟 c板廣大時，旣受水之橫壓力，在溝內之磨擦甚大，拉上甚費力，因之改良，於滑板兩端，裝置滾輪，更於上方設重錘以均衡重量，復防滾輪之間漏水，於板背加以三角形之構造，中插圓桿，使圓桿受着水壓，將縫隙塞住，拉板時，則先將此桿抽起，使上面之水一部分可由縫隙通到下面去，實際所用滑板，寬爲六公尺至十公尺。

(二)旋板壩　Shuttor weir 旋板中心有支撐柱，使成一壩，阻水下流，若

閘壩上水位高過定限，水壓中心移至軸上，則旋板因重心係，自然旋轉放水下流，在河底裝有凸起倒桿，如水流牽動此桿，脫離支墩，則旋板即行偃臥，不復成壩，起立時須用鐵鏈拉動，此壩之利在便於關閉，惟底部構造複雜修理費事。

(三)橫條壩 Flash toavd weir 用整板做壩，重量太大，因分爲若干小條，俾一二人即可移動，橫條兩端，用方柱A塞住以防左右移動，開壩時先將A柱抽上，然後以長桿掀各橫條的一端，使他端深入溝內，此端脫出溝外，趁水勢冲至下流，用船撈起，橫條長普通爲四公尺，中國舊式水閘，多用此式，而啟閉利用絞關較爲方便。

(四)直條壩Noodle weiv 此壩的原理，與橫條壩相類，但將橫條改爲直條而已，鉄架，用多數橫截河流，架下一端，用軸栓在河底基礎之上，使能自由旋轉，架之上端用可以折卸之橫桿互相連結，使其穩固，架之前面，河底有凸起之支檻，若將方柱逐條架上，便成一壩，開壩之法，先將直條拉高，使脫出支檻，由水冲向下流，用船撈起，再將橫桿等連結鉄架之物折去，將鉄架一一放下，則水流宣洩，與無壩無異，架上掛有鉄練，牽動鉄練，便能使其起立，或倒下，此式長處，在便於啓閉，且不易損壞，其惟一短處，各條之縫隙，易於流水。

(五)捲簾壩 Cuvtain woiv 此壩係用多數橫木，釘在軟鉄葉之上，使成簾形，可以自由伸捲，河中有一列鉄架，將簾掛在兩架之間，則成一壩，如第六圖所示，簾之周圍有鉄索絆着，開壩時，可用捲索機收短鉄索，將簾捲上，然後再將鉄架全部吊起，離開水流，此壩之利，1.以簾代直條，可免漏水，2.簾可任意升降，調節水流，3.捲簾下而上冲刷河底之沙，其弊爲1.構造細巧容易損壞，2.捲簾費力，須用特別裝置，3.捲簾時河底常受劇烈冲擊，易於損壞。4.全部水壓，均在鉄架上，鉄架裝置，應特別注意，因以上種種關係，不宜過高，上列各種式樣。當以直條壩爲最相宜，既便於啓閉，又不易損壞，至裂縫漏水，因清江恩施枯水時最小流量之估計，每秒尚有三立方公尺，其船閘灌塘之水，照下節所列僅平均須每秒二。三六立方公尺，稍爲漏水，儘可無慮，其

上游河面較窄，採石極便之處，參用橫條壩，而以中國式之絞關啓閉法爲最便利。

八、經費概算

甲、船閘尺度之規定　清江傾斜極大，活動壩與船閘之尺度愈高，則建造閘壩之數目愈小，然亦不能過高，以免閘門啓閉發生困難，閘之寬度及長度，則依據經過船隻之大小及數目之多少，照事實需要而定，惟寧稍寬，毋太緊，以留將來發展之餘地，清江將來船隻，以運煤之船爲最多，吃水五六尺長約二三丈，小輪亦須預備可以通行，擬規定清江船閘之尺度如下

閘室之長八十公尺，寬十公尺，下游水位與閘底之差爲二公尺，閘內吃水五尺五寸之船，可以通行，閘頂高出上游最高水位半公尺，上下游之水位差爲十公尺，即每建一閘，可以減少上下游之水位差十公尺，如恩施至宜都高低差約計三百九十公尺，即須建設水閘三十九個，方足維持航行終年之交通。

上項規定尺度，每次灌塘，可過上下船隻各五艘，一晝夜灌塘二十四次，過船二百四十艘，共用水量二十萬四千立方公尺，每秒二．三六立方公尺。

乙、活動長度之計算　應用 Chanoine & De Lagre'n'e formula

$$Z=1.5v^2\left(\frac{S^2}{S'^2}-1\right)\frac{1}{2g}\cdots\cdots(1)$$

$$S'=LH+L'H'\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

式中Z爲壩上及壩下之水位差（Swell-head）以呎計

V爲未建閘壩前之平均流速

S爲未建閘壩前之洩水面積

S'爲已建閘壩後之洩水面積

L爲第一壩Pass之長度

L'爲第二壩Weiv之長度

H爲第一壩上之水深

H'爲第二壩上之水深

G爲空中落下物之增速率32.2呎/秒

先假定Z爲半呎，將已知數V及S代入一式，得S'然後參酌擇定建壩地位斷面之情形建閘之高度定出H H'及L代入二式求L'，今試求長陽附近活動壩之尺度

$Z=0.5$呎　$V=1.7\,m/s$ or 5.58 H/sec.

$S=2639.1m^2$ or $28406\cdot2H^2$

代入一式　$S'=\left(\frac{1.5v^2S^2}{32.2+1.5v^2}\right)^{\frac{1}{2}}$

$=21853.7$平方呎

設L＝260呎H＝12.5m or41呎

第二壩之底高於第一壩6呎

則H'＝35呎代入二式

$$L'=\frac{S-LH}{H'}=319.82\text{呎}$$

$L+L^1=579.88$呎或176.7公尺

丙、經費估計

一、水閘　各項估價因未經測量正式設計，祇得約估大概，從宜都至恩施，約須設船閘三十九座，因石子人工均屬便宜，底脚亦頗堅固，無打樁之煩，且沿途山峽極多，或可利用，省作一面之側壁，平均連事前整理河底亂石工程，每座約計洋二十萬元三十九座，共須七百八十萬元。

二、活動壩　每一船閘旁附活動壩一座，上游流量小，則壩之長度亦可縮減，每座連附屬工程，平均約計洋二十五萬元，三十九座共須洋九百七十五萬元。

三、開鑿淺灘　其橫梗中流之巨石，大水時有妨礙航行者，一律與以開鑿約計洋一百萬元。

以上總計洋一千八百五十五萬元，外加工程管理及預備費二成之計三百七十一萬元，共須經費洋二千二百二十六萬元。

九、整理價值

甲、經濟方面　清江全區經調查所悉，產物之富，業已縷述，而經濟桎梏，民生艱困，食不飽，衣不足，成爲目今之事實，以天富之區，人民反遭其厄，追源溯本，交通不便，貨棄於地，經濟無從發展也，倘於清江加以整理，航行無阻，產物再利用新法開採，以航運價廉之便，定年出宏量，暢銷於沙市漢口等大市場，而達滬濱，於國於民均獲其益，貧瘠之鄉，即可變爲富庶之區，故清江整理與否，影響國計民生甚大。

乙、文化政治方面　昔日此區蠻獠雜處，殊無文物足觀，自清乾隆年間，改土歸流，漢人遷去者甚多，積年累月，土人漸被同化，惟交通閉塞，鮮與外人接觸，遠道求學，尤感困難，故文化低落，即有三五學校，仍守舊規，較之中土，相差遠甚，況民性兇悍，迷於邪說，常聚衆作亂，焚燒衙署，侮殺官吏，（俗稱神兵，長陽縣署被毀後，至今未曾恢復）故該區施政，頗感艱難，如能整理清江，以開發交通，啓發民智，收效自宏。

丙、軍事方面　昔之土司倡亂，今之共匪

盤據，甚之禍蔓中原，危及邦家，中央雖可派軍痛剿，殺其勢則可，絕其源甚難，蓋已入清江區域，高山峻嶺，交通阻塞，軍運不便使然耳，即以近年情勢而論，清江共匪，圍剿多時，始被擊出，竄入邊陲山林，至今出沒無定，仍駐大軍痛剿，軍需子彈，日需甚多，以汽車不行，水運不暢，運輸勢必利賴民力，週而復始，人民殊覺其苦，因此一部腦筋簡單之民衆，反抱怨於國，或同情於共，若長此以往，將何以堪，今爲急於肅清匪源減除民衆痛苦計，整理清江，刻不容緩。

丁、邊防方面　該區西毗巴蜀，南近黔貴，兩省連年稱兵，互相鬩閱，中央鞭長莫及，欲行矯正斯弊，維持威信，非溝通邊防交通，別無良圖，如清江整理完善，下可入長江，而直達京都，上可直駛施南，再輔以汽車路，西通蜀康，南達雲貴，內亂自可派軍戡定，西垂邊防，亦可加以鞏固，免遭不測之患，故清江之整理與邊防大計，亦有莫大關係也。

十、結論

施鶴交通之不便，已如上述，如建築公路，則按所經大道之起伏，事實上亦難舉辦，勢非遠繞各分水嶺不可，則路線旣長，沿途又甚荒僻，且陸運究不如水運之便宜，公路所用之汽車汽油，必取材外國，倘國際發生變故，來源斷絕，則危險殊甚，整理水道，則無此等之顧慮，活動壩之構造，並不複雜，祇須購置式樣，不難仿造，惟建築經費，則整理水道爲大，且以後閘壩修養，較公路爲難，如軍運等等，亦不如公路之速，此建築公路與整理清江利弊之比較也，若用少數經費，專行開鑿危險淺灘，則在大水短期之內，或可減低浪花，重載船隻，得以下行，而小水時期之蓄水，必然減低，即節節攔壩之航行，或恐發生困難，反致得不償失，倘利用淺灘地位，逐節加築滾水壩，中留口門，幷擇要裝置閘板，使大水時期，洪水漫壩而過，滾壩之高度，以洪水抬高，不至妨害城鎮建築爲度，小水時期，使水僅出口門，抬高水位，間或關閉閘板，以調節水流，則全部經費，當可大減，但不論用閘壩制或滾水壩制，以下各種測量，必須先行辦理，(一)水準測量，(二)地形測量，(三)流量測量，(四)水位記載，(五)底質鑽驗，按照測量之結果，方能確切決定施治之方法及所需之經費，此項測量，月須經費約四千元，自宜都至兩河口三百十一

公里，水準地形底質三項，十二個月可以完竣，流量測量及水位記載，當賡續進行，如果加以整理，當從下游做起，做一段，即收一段之効，分年建築，事必有成，但清江水道，流量既如是之大，上下游之高差，又若是之巨，不加整理則已，既加整理，決非百萬數十萬經費所易成功也•

長陽縣清江河流量

民國二十二年十二月二十二日測

浮標	間距（公尺）	標浮距（公尺）	時間（秒）	流速（每秒）	平均流速（每秒）	橫斷面積（平方公尺）	流量（立方公尺）	附註
1	19	40	82	0.49	0.39	17.7	6.90	假設平均流速係數（Coefficient for reducing to mean velocity）=0.80
2	10	40	38	1.05	0.84	24.5	20.58	
3	10	40	30	1.33	1.06	26.0	27.56	
4	10	40	34	1.18	0.94	18.5	17.39	
5	10	40	38	1.05	0.84	5.0	4.20	
總計							76.63	

恩施縣清江河流量

民國二十三年一月九日測

浮標	間距（公尺）	標浮距（公尺）	時間（秒）	流速（每秒）	平均流速（每秒）	橫斷面積（平方公尺）	流量（立方公尺）	附註
1	18	20	32	0.62	0.50	13.30	6.65	
2	10	20	20	1.00	0.80	12.50	10.00	
3	10	20	22	0.91	0.73	4.00	2.92	
4	10	20	28	0.71	0.57	2.50	1.43	
總計							21.00	

清江河岸傾斜度一覽表

地點	河岸高度		高低差		距離(公里)	傾斜度		附註
	氣壓計測(公尺)	同高線(公尺)	氣壓計測(公尺)	同高線(公尺)		氣壓計測	同高線	
宜都	62.95	140	33.00	40	43.50	1/1300	1/1100	1. 氣壓計測高度係根據揚子江水道整理委員會沙市文星樓標點量出 2. 同高線係由湖北陸地測量局五萬分之一實測圖得來
長陽	95.95	180	97.00	120	52.50	1/540	1/440	
資坵	192.95	300	260.00	300	172.00	1/650	1/570	
恩施	452.95	600						
兩河口		680		80	43.00		1/540	

清江兩岸狀況一覽表

起點距(公里)	地名		同高線(公尺)	支河名稱		支河長度(公里)	備考
	左岸	右岸		左岸	右岸		
0.0	宜都						
4.0		茶店子					
4.2				漢洋河		90.0	
9.0	毛家沱						
12.2	石門						
13.0			140				
17.7	磨石			磨石河		10.0	
28.0					富金溪	18.0	通揚子江
28.4		鄢家沱					

31.0			160				
37.5					白石溪	15.0	
39.5		永河坪	180				
43.5		長陽縣					
50.7		津洋口			丹 水	70.0	
53.2		下魚口			沿頭溪	25.0	
56.8				車 溪		18.0	
57.6	沿市口						
6.00	平洛河口				平洛河	32.0	
61.6			200				
62.5			220				
64.0			240				
65.3	都鎮灣						
67.0		鴨子口					
72.0			260				
76.0		馬 連					
87.0			280				
92.0		西 灣			腰站河	18.0	
95.5			300				
96.0		資 坵			報馬溪	10.0	
98.3				碓窩溪		10.0	
102.0		桃 山					

109.0	天池口			天池河		48.0	
110.3			320				
121.7		毛　坪					
126.0				四楊溪		46.0	
127.7		魚峽口					
128.9			340				
130.4		石板溪		紙廠河		16.0	
133.4		招徠河			招徠河	50.0	
140.0		鹽　池					
142.0		長灘河	260				
149.0		三友坪					
155.0			380				
156.0		劉家沱					
164.0		鄭家園			磨刀河	30.0	
165.5	桃符口		400	五龍河		52.0	
180.0		野三口			野三河	58.0	
188.0			420				
193.0		中渡口					
202.0	綿羊口	蕭家岩口		五家河		22.0	
208.0			440				
210.5	新渡壩	清水塘					
214.4	大　馬			馬尾溝		17.0	

218.0			460				
223.0		中周河					
226.5	新 塘		480				
230.0	頂 平	兩河口			馬水河	84.0	
233.0			500				
237.0			520		忠建河	100.0	
244.0			540				
248.5			560				
252.0			580				
253.0			600				
268.0	恩施縣			麒麟溪		22.0	
302.0	屯 堡						
311.0	兩河口		680	杜庫河		32.0	

附註 1.同高線係從陸地測量局五萬分一實測圖得來

2.支河長度其支河再有分支者以最長一支之長度爲準

3.兩河口以上因無實測圖故本表即以兩河口爲止點

清江水道淺灘形勢一覽表

編 號	淺灘名稱	淺 灘 位 置	長 度 (公尺)	寬 度 (公尺)	水位差 (公尺)	備 考
	張 飛 灘	漢 洋 河 口	34.0	3.4	0.6	
	油 肚 灘	茶店子上二里	50.0	3.4	0.5	

	風暴灘	雞公山上	50.0	6.7	0.5	
1	龍頭灘	龍頭山上	67.0	2.7	1.7	
2	鄢家堝灘		16.7	6.0	1.2	
	老觀灘	磨市下	13.3	6.7	0.4	
	三家灘	磨市上二里	20.0	3.4	0.8	
3	朱二灘	三家灘上一里	34.0	2.7	1.5	
4	大花灘	雞毛洲下	16.7	3.4	1.0	
	小花灘	雞毛洲上	16.7	8.3	0.4	
5	芭蕉灘		67.0	2.7	1.7	
	淺淤洞灘	蔡家河上	40.0	6.7	0.5	
6	棺材市灘	白菓園上	16.7	2.7	1.0	河中均係大石
	西毛灘		50.0	8.3	0.4	
7	小柳金灘		10.0	2.0	1.7	兩面大石
8	大柳金灘		67.0	1.7	2.0	
	老窖子灘	鄢家陀旁	30.0	6.7	0.3	
	背瀾灘		40.0	5.0	0.3	
9	猪犁灘		34.0	2.0	0.7	
10	朱津灘	石柱觀上	50.0	2.0	0.7	
11	王家灘		13.3	2.3	0.7	
	釜瀨灘		13.3	2.7	0.6	
12	大青魚洞灘		30.0	3.4	0.8	
13	楊家灘	觀音閣上	16.7	6.7	1.0	

14	秋浪灘		23.3	3.4	1.3	
15	文毛洞灘		13.3	4.0	1.7	
	床脚灘	長陽縣街頭	50.0	2.3	0.7	
16	覇王灘	津洋口旁	1200.0	6.7	1.0	
17	貓子灘		600.0	5.0	1.2	大水時極險
18	西市灘	下魚口上	600.0	3.4	1.0	
	羊肉兒灘	釣魚溪下	10.0	5.0	0.3	
19	下門口灘	沿市口旁	13.3	2.0	0.5	
20	徐家灘	徐家灘村旁	26.7	2.3	0.5	
21	平洛灘	平洛河口	13.3	2.3	0.4	
	春有灘		10.0	2.7	0.4	
22	大芭蕉灘	廟沱上	16.7	2.7	0.6	
23	鮎魚灘	鮎魚灣旁	13.3	2.7	0.5	
	七丘灘	七丘塘旁	10.0	3.0	0.4	
	罩兒灘	煤罩旁	8.3	2.3	0.3	
24	膀子石灘	下沙沱旁	600.0	2.3	2.0	大水時極險
	大花墩灘	上沙沱旁	10.0	2.0	1.0	
25	周家灘	周家坪旁	16.7	2.7	1.2	
	小渾牛灘		34.0	2.0	1.0	
26	大渾牛灘		20.0	2.0	1.8	
27	石羊灘	都鎮灣下	23.3	2.0	1.2	
28	大磨灘	馬家沱下	600.0	2.3	2.2	

	小磨灘	馬家沱上	10.0	2.0	0.5	
	刀兵灘	鴨子口下	16.7	3.4	0.3	
29	遷魚灘	鴨子口上	13.3	2.3	0.5	
30	厚浪沱灘	厚浪沱旁	16.7	2.0	0.5	
	胸溪灘		23.3	2.3	0.4	
	小靜安灘	五龍沱旁	13.3	2.0	0.4	
31	大靜安灘	靜安旁	16.7	2.7	1.0	
	籮筐灘	千金坪旁	11.7	2.0	0.4	
32	馬連灘	馬連旁	10.0	2.0	2.3	
33	狗牙灘	長灘下	16.7	2.3	0.5	
34	長灘	長灘旁	26.7	2.3	0.5	
35	飛雨灘	巴山下	15.0	2.0	0.6	
36	赤池灘	巴山旁	10.0	2.3	0.4	
37	青灘	巴山上	13.3	2.3	0.7	
38	乓乒灘		10.0	2.0	1.3	
39	貓子灘	牛家巷上	600.0	2.3	2.0	
40	小貓子灘		16.7	2.3	2.7	
41	桃花灘	蔡正平旁	10.0	2.0	0.7	
	孟坑市灘	蔡正平旁	16.7	2.0	0.4	
42	田家灘	田家河灘	10.0	2.3	0.5	
43	中碼頭灘		10.0	2.3	0.7	
44※	向王灘	資垢旁	880.0	54.0	3.9	

	蘆子灘	碓窩溪下				
45	碓窩灘	碓窩溪口		3.3	0.5	
46	花　灘		50.0	10.0	1.7	
×47※	長安寺灘	桃山上	20.0	3.3	0.5	
	木瓜灘		16.7	6.7	0.3	
48	淋湘灘	淋湘溪口	50.0	10.0	1.7	
	小花灘		50.0	10.0	1.7	
×49※	太平灘	天池山下	20.0	3.3	1.7	
	康岩屋灘				0.3	
50	連三灘		50.0	3.3	0.4	
51	青　灘	鎖戶灣上	33.3	3.3	0.4	
	沙　灘					
52	塞蜂子灘	塞蜂子溝口	40.0	3.3	0.5	
53※	巖鎖灘	毛坪上	600.0		3.3	
54	鰱魚灘	沿鄉溪口	33.3	3.3	2.7	
55	魚峽口灘	魚峽口旁	20.0	16.7	0.4	
	野雞沱灘		20.0	6.7	0.4	
	大花坪灘	大花坪旁	20.0	10.0	0.4	
56	猪凹坑灘	近靠大花坪			2.0	
57※	挺子灘	石板溪上半里			2.7	
58	牛皮灘	元門下			1.7	
	王四灘				0.4	

	狗兒灘				0.4	
59※	田心灘	招徠河旁			2.0	
60	板下灘				0.4	
61	小牛皮灘				1.7	
62	大牛皮灘	鹽池下			2.0	
	鋪子灘				0.4	
63	長　灘	長灘河旁			0.4	
64	青　灘	劉家沱下			2.0	
	朱良灘				2.0	
	苦業兒灘					
	難　灘					
65	白沙灘	白沙灘村旁			2.0	
	魚興灘					
66※	磨刀灘	桃符口旁			2.0	
67	新崩灘					
68※	鰱魚灘					
	亂吼灘					
	清明灘					
	魚劍灘					
69	雷打石灘					
×70	七里灘	清水塘下				
×71※	鼾拱沱灘	五峯山下				

×72	三籮箕灘	土地堂旁				
×73	滾波浪灘	五峰山上				弘治三年崩壅成灘
×74	龍洞灣灘	紅花塆下				
×75	紅花塆灘	紅花塆旁				
×76	龜山河灘	龜山河旁				
×77	蓮花三灘					
×78※	羅家洞灘					
×79	石板灘	金銀溪口				
×80※	伏三跳灘	趙家壩下				
	新灘	巴公溪下				民國六年崩壅成灘
	擂鼓灘	擂鼓灘旁				
	三篙子灘	鹽水溪上				
	余家灘					
	木魚灘					
	三籮箕灘					
	野猪灘	鴨松溪下				
	大冲潭灘	鴨松溪上				
	捨命灘	小屯堡下				
	土地灘	落葉壩水下				
	香爐灘	屯堡塲北				

附註 1.編號各淺灘之地位均在清江水道原委圖用·符號表明其未編號各灘圖上從略

2.宜都至桃符口各淺灘情形經實地查勘及熟悉當地情形之船戶處調查得來雖非實量當可窺其大概

3.寬度係指枯水時之航道而言

4.水位差係灘之上游與灘之下游之水面差

5.編號左角有×符號者爲曾開鑿過之淺灘

6.編號右角有※符號者爲船隻必須擡灘之淺灘

7.由桃符口向上高山峻嶺路碍八稀罕以勘查所有各淺灘名稱係參照恩施周甌森先生所著清江源流道里記及陸地測量局五萬之一實測圖得來

湖北省第十區物植礦產量概況一覽表　民國二十三年一月

類別	名稱	每年產量	生產地	附記
糧食	早稻	一，五〇〇，〇〇〇	全區各縣均生產	產量欄內以擔爲單位
	晚稻	二，〇〇〇，〇〇〇	仝	
	香稻	五〇〇，〇〇〇	仝	
	旱稻	五〇〇，〇〇〇	仝	
	糯稻	一，五〇〇，〇〇〇	仝	
	小麥	七〇〇，〇〇〇	仝	
	大麥	八〇，〇〇〇	仝	
	高粱	七〇，〇〇〇	仝	
	包穀	六，〇〇〇，〇〇〇	仝	
	洋芋	七，〇〇〇，〇〇〇	仝	
	白薯	五〇〇，〇〇〇	仝	

類	紅薯	五〇〇,〇〇〇	仝	
	黃豆	七〇〇,〇〇〇	仝	
	豌豆	四〇,〇〇〇	仝	
	繡球白菜	七〇〇,〇〇〇	利川最多	即包白菜
	香菌	四〇〇	全區各縣均生產	
	松菌	五〇〇	仝	
蔬	雪菌	七〇〇	仝	其味最佳
	大莧菜	三〇,〇〇〇	仝	
	紋瓜	七,〇〇〇	仝	
	筍	一,〇〇〇,〇〇〇	仝	
	白菜	二,〇〇〇,〇〇〇	仝	
	芥菜	二,〇〇〇,〇〇〇	仝	
	藕	三,〇〇〇,〇〇〇	仝	
	白蘿蔔	四,〇〇〇,〇〇〇	仝	
	紅蘿蔔	一,〇〇〇,〇〇〇	仝	
	芹菜	九〇〇,〇〇〇	仝	
菜	絲瓜	四〇,〇〇〇	仝	
	南瓜	三,〇〇〇	仝	
	茄子	七,〇〇〇	仝	
	辣椒	二〇,〇〇〇	仝	
	芋	八〇〇,〇〇〇	仝	
	百合	七,〇〇〇	仝	

類	洋合	六，〇〇〇	仝	
	蒟蒻	二〇，〇〇〇	仝	可磨作漿凝如豆腐
	鵝掌	一，〇〇〇	仝	
	薑	二〇，〇〇〇	仝	來鳳鹽薑最佳
菓	橘	五〇，〇〇〇	恩施最多	
	梨	三〇，〇〇〇	利川最多	
	桃	四〇，〇〇〇	全區各縣均生產	
	杏	七，〇〇〇	仝	
	枇杷	三，〇〇〇	仝	
	柿	二〇，〇〇〇	仝	
	梅	一，〇〇〇	仝	
品	柚	二，〇〇〇	仝	
	橙	四，〇〇〇	仝	
	佛手	二〇〇	恩施最多	
	柑	五〇，〇〇〇	仝	
	木瓜	一，〇〇〇	宣恩最多	油飽甚香
	蜜羅	三〇〇	恩施最多	清香可作茶
類	水冬瓜	七，〇〇〇	仝	
	楊洞梨	八，〇〇〇	咸豐獨有	味鮮
	香水梨	九，〇〇〇	利川獨有	味鮮而甜
竹	南竹	一〇〇，〇〇〇	建始最多	數量欄內以株爲單位
	慈竹	二〇〇，〇〇〇	巴東最多	

類	羅漢竹	九〇，〇〇〇	來鳳最多	
	畫竹	七〇，〇〇〇	恩施利川最多	
	鳳尾竹	三〇〇，〇〇〇	恩施咸豐最多	
	龍頭竹	四〇〇，〇〇〇	利川最多	
	山竹	三〇，〇〇〇，〇〇〇	全區各縣均生產	俗稱毛竹
油類	桐油	三〇，〇〇〇	全區各縣均生產	數量欄內以擔爲單位
	茶油	五〇，〇〇〇	仝	
	菜油	三〇〇，〇〇〇	仝	
	禾油	七，〇〇〇	仝	
	麻油	二〇，〇〇〇	仝	
	木油	六，〇〇〇	仝	
	烟油	一〇，〇〇〇	仝	
木	松	一〇，〇〇〇，〇〇〇	仝全區各縣均生產	數量欄內以株爲單位
	檜	二，〇〇〇，〇〇〇	仝	
	柏	七〇〇，〇〇〇	仝	
	桐	一，〇〇〇，〇〇〇	仝	
	杉	七，〇〇〇，〇〇〇	仝	
	楓	七〇〇，〇〇〇	仝	
	檀	六〇，〇〇〇	仝	
	楡	七〇，〇〇〇	仝	
	楠木	三，〇〇〇	仝	
	陰沉木	三	仝	最寶貴不易得

類	檮木	五，〇〇〇	仝	
	香樟	七，〇〇〇	仝	
	紅杉	八，〇〇〇	仝	
特產類	藍靛	四，〇〇〇	全區各縣均生產	數量欄內以擔爲單位
	菸草	一〇，〇〇〇	仝	
	漆	二〇，〇〇〇	仝	
	茶葉	五〇〇，〇〇〇	仝	
	蜜	一，〇〇〇	仝	
	黃蠟	二，〇〇〇	仝	
	麻	一，〇〇〇	仝	
	白炭	三〇，〇〇〇，〇〇〇	仝	
	紙	六〇〇，〇〇〇	仝	
	牛毛毯	七〇〇	仝	
	落花生	七〇〇，〇〇〇	仝	
	向日葵	五〇，〇〇〇	仝	
	蕨	三，〇〇〇	仝	產山中磨粉味甚甘
藥	五棓子	一〇〇，〇〇〇	全區各縣均生產	數量欄內以斤爲單位
	黃連	八，〇〇〇	利川最多	
	黨參	七〇〇	恩施最多	
	厚朴	一〇，〇〇〇	全區各縣均生產	
	山七	二〇〇	建始最多	
	露金草	一〇〇	恩施最多	

品類	白藥	七，○○○	仝	
	龍芽草	一○○	仝	治赤白痢
	金棱草	一○○	仝	療筋骨痛產山中
	小兒羣	一○○	仝	
	半天回	一○○	仝	
	野猪草	一○○	全區各縣均生產	藤纏大樹有葉無花
	崖樱	一○○	仝	其狀如樱
	鷄公藤	一○○	仝	蔓延大木上采無定期
	野蘭根	一○○	仝	
	紫背金盤	一○○	仝	葉背紫色采根作藥
	瓜藤	一○○	仝	
	小赤藥	一○○	仝	
	露筋草	一○○	仝	
	紅茂草	一○○	仝	
	大木皮	一○○	仝	
	都管草	一○○	仝	
礦產類	銅礦		礦苗全區各縣均有	未開採
	鐵礦		咸豐最多	仝
	銀礦		豐咸最多	仝
	硝	七○○	建始最多	已開採數量以擔爲單位
	磺	七○○	建始來鳳最多	仝
	煤礦		全區各縣均有	未開採

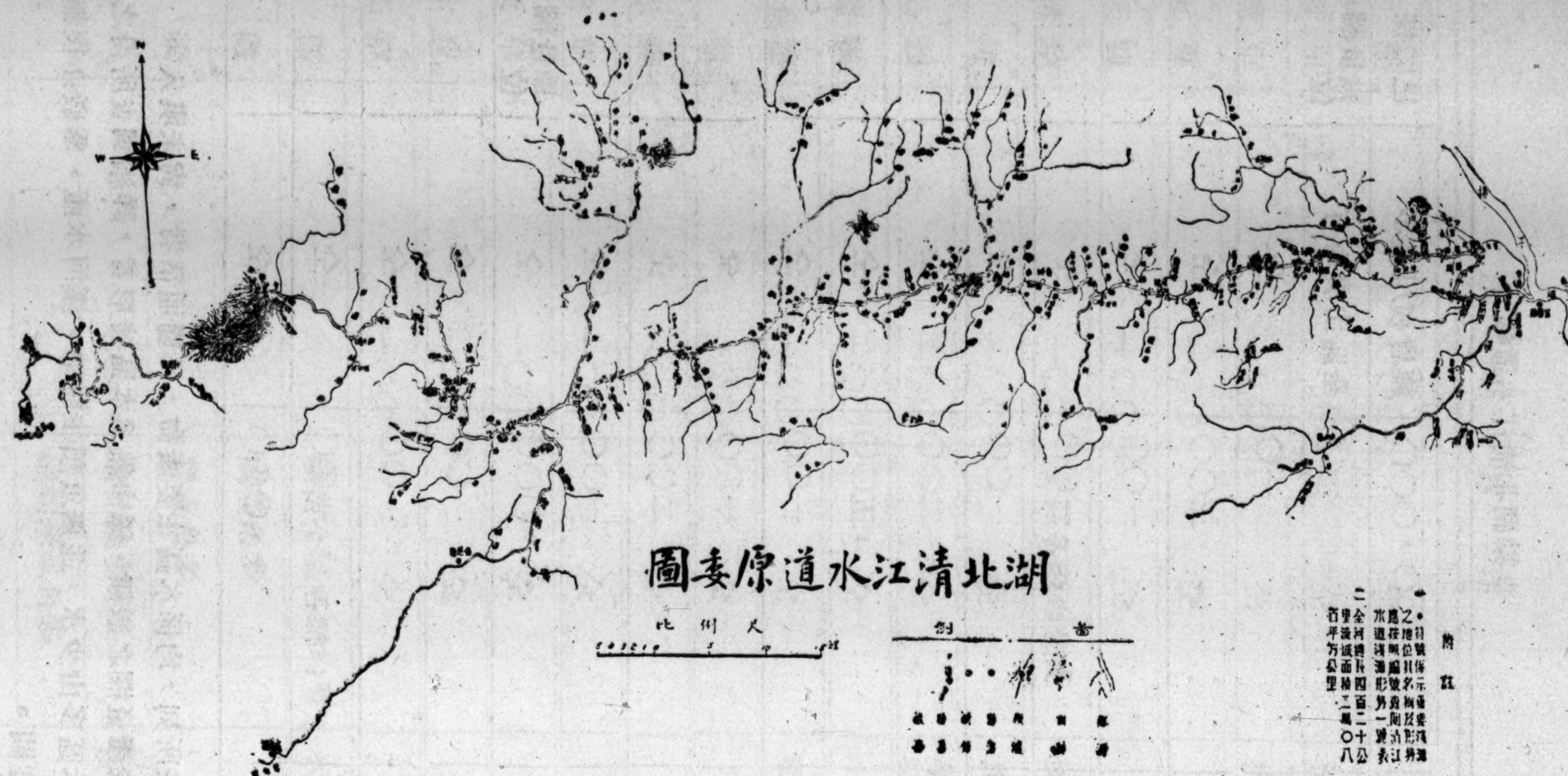
	石　灰	一〇〇，〇〇〇	施恩利川最多	已開採
山獸類	虎	一〇	全區山裏均有	數量欄內以隻爲單位
	豹	一〇	仝	
	狼	三〇〇	仝	
	鹿	一〇〇	仝	
	猴	一〇〇	仝	
	獐	一〇〇	仝	
	毫　猪	二〇〇	仝	
	野　猪	五〇〇	仝	
	神　狗	一〇〇	仝	
	山　羊	一〇〇	仝	
	山　兎	二〇〇	仝	
	獺	一〇〇	仝	
飛禽類	野　雉	一，〇〇〇	仝	數量欄內以隻爲單位
	竹　雞	一〇〇	仝	
	畫　眉	一〇〇	仝	
	八　歌	一〇〇	仝	
	山　雀	一，〇〇〇	仝	

備考

一、本表所列，均係本區主要產物，凡屬通常者，尙未塡入。

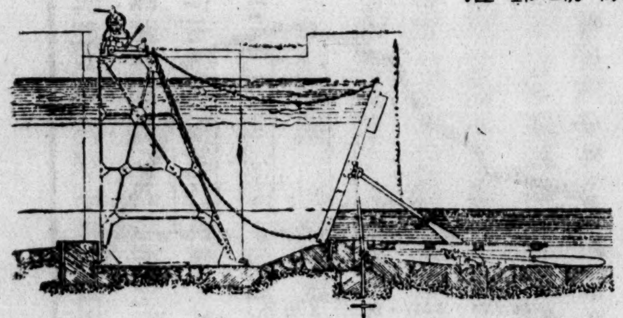
二、本表產量欄之數額，係由熟悉本區情形者，詳細調查所得之約數。

三、查本區多山少水，並無魚類生產地，溪河水產，爲數亦復無多，故本表從闕。


湖北清江水道原委圖
比例尺
圖例
附註

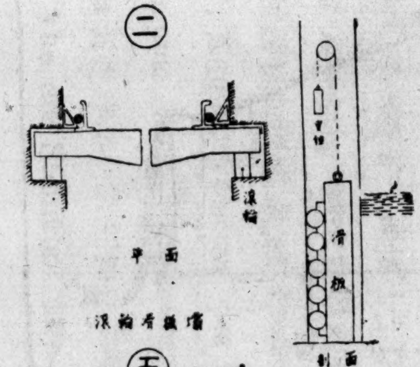
活動壩樣式圖

㈢



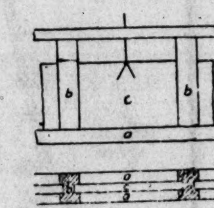
鼓板壩結構

㈡



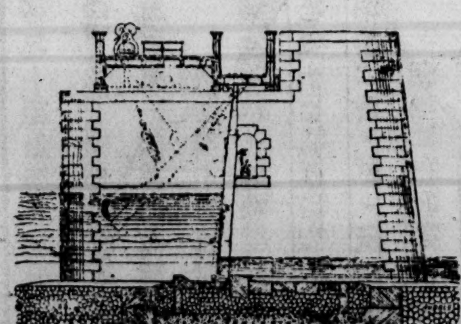
滾輪滑板壩

㈠



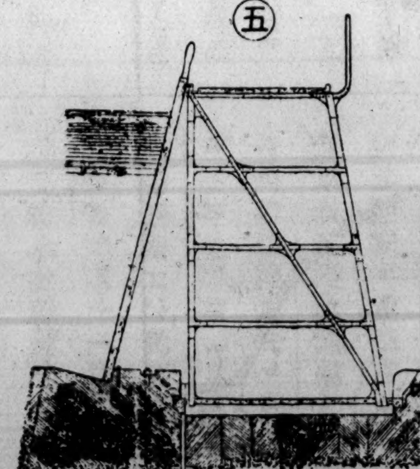
疊梁滑板壩

㈥



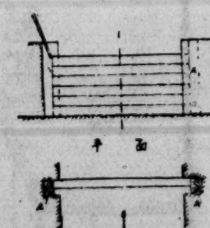
捲簾壩全圖

㈤



直?壩

㈣

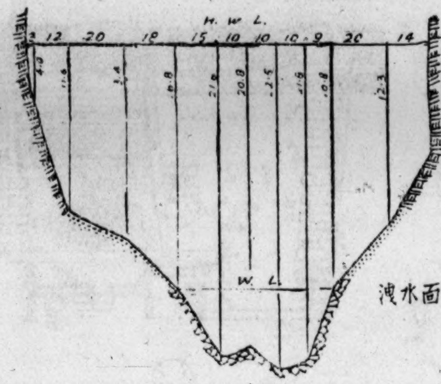


横?壩

資坵上游渡口清江河橫斷面

比例尺　橫1:1500　縱1:300

單位：公尺

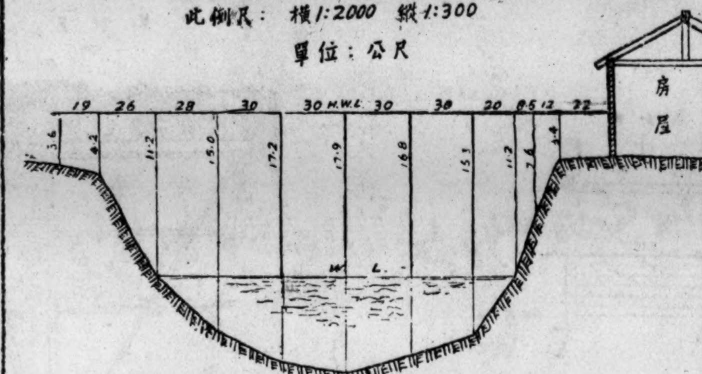


洩水面積 A = 2108.5 m^2

宜都縣清江河口橫斷面

比例尺：橫1:2000　縱1:300

單位：公尺

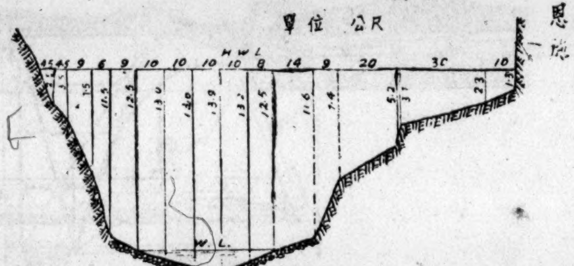


洩水面積 A = 3101.4 m^2

恩施縣南門外中學校傍清江河橫斷面

比例尺　橫1:1500　縱1:300

單位　公尺

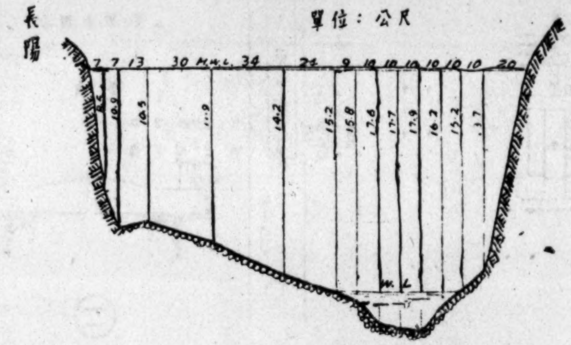


洩水面積 A = 1242.1 m^2

長陽縣清江河橫斷面

比例尺：橫1:2000　縱1:300

單位：公尺



洩水面積 A = 2639.1 m^2

介紹名著

「黃土及其地土工術上的性質」

Der Loess und Seine geotechnischen Eigenschaften

著者爲阿爾佛雷悉第工學博士，Dr, ing, Alfred Scheidig。福來貝爾希礦學院土工試驗所所長柯格來教授 Professor Dr. ing. F. Kögler. Vorstand des Erdbaulaboratoriums der Bergakademie Freiberg I Sa 爲之序，一九三四年出版，Verlag von Theodor Steinkopf Dresden und Leipzig

黃土是關於民生，尤其是在中國最密切的一種土壤。向來經中外學術家調查和研究的也不少。却都是些零縑斷素。從來還莫有一部具體而有統系的著述，可以供學者及工業家參考用的。悉第氏的著作可算是頭一部我們最希望的一出版物。

土壤的種類最是繁複，尤其是黃土中；除眞正黃土 true loess 而外，餘可分別爲十餘種，又有由黃土演變之土質，本書中第一章於各種黃土及其生成，辨別得狠是細微。這種辨別，在工業上是狠需要的。

黃土的延播狠是寬廣，中國北部西部更是大陸性的黃土所在。本書中第一章談到中國黃土的地方狠多，尤其是與中國民族發展的關繫。

黃土與民生需要的幾項如交通，建築，農業，礦業，水利，工藝等，都有狠密切的關係，所以他的物理上的性質，是我們所必須研究清楚的。悉第氏由一九二九年起始研究黃土。後來一九三一年又在維因泰作溪教授 Professor. Dr V. Terzaghi 處作八箇月之試驗研究。一九三二年又在柯格來教授土工試驗所作了不少的試驗。加以參考各種關於黃土的書籍雜誌不下五百種，所以本書中第二章的內容是特別的有價值。

但是可惜的經悉第氏試驗的黃土，多是採自德，奧，俄，匈等國的。所以中國的黃土的物理性質，本書獨缺。但是不是著者的咎，實是我們中國人自己的責任。

末了第三章講到黃土及地土工術，是特別與工程界有興趣的一章。地土工術 Geotechnik 是歐戰以還工程上研究大有進步的一種學術，包括基址工程，土工，水工及給水工程等項。可惜地土工術關於黃土的經驗及研究，尙是狠稀少的。本書儘可能的蒐集，已經不少。至於其他工藝如

建築，煉瓶　煉水泥，塑型等也都略及。

以我們中國人眼光看起來，本書中應當再加充實的地方尚多。因為我們整箇的半個國土，處在黃土區域中，我們需要知道的關於黃土的事太多了。但是這箇我們不能責成於一箇西方學者。我們應自己努力。本書可以作為我們研究黃土的一箇最優的導師。

柯格來教授在他的序文中說：工程上最需要的建築基址學及工程地質學，缺欠甚多。本書在適當其時補充了科學上一箇大缺陷。這箇批評是狠得要領的。

（此書售價　軟面十八馬克　硬面二十馬克）

◀學術界之巨擘▶　　◀交通界之喉舌▶

（豐富材料）

交通雜誌

（按月出版）

◀第二卷▶　◀第六期出版▶

交通紀述

一月來之交通新聞……萬琮
一月來之航政……施復昌
一月來之郵政……飛鴻
一月來之電政……劉駿祥
一月來之路政……李芳華

五年來之交大實習生……江楫
鐵道經濟原理（續）……李續勳譯
民生實業公司……王余杞
港口發達之經濟原理與青島市之前途……譚書奎
各國郵政儲金運用方法……吳昆吾
蘇聯的交通概況……靳文譯
支加哥之貨運隧道……洪瑞濤譯
滇越鐵路與雲南交通……蔣用莊
入川鐵路綫之研究……夏憲講
鐵路與汽車在我國交通建設中所處地位之比較……王竹亭
統制經濟下之交通企業論（下）……章勃

交通論壇

憲法草案初稿關於電政規定之我見……顧光賓
新生活運動與交通員工心理建設……瑞濤

交通插畫

新式八輪汽車列車……圖一幅
支加哥隧道之內容……圖三幅
鐵路機身之改進及新業務……圖九幅
瑞士鐵道之防雪設備……圖四幅

（定　價）月出一冊零售三角預定半年連郵一元六角全年連郵三元

（總發行所）南京大石橋新民坊五號交通雜誌社

水 利 HYDRAULIC ENGINEERING

中國水利工程學會印行

PUBLISHED MONTHLY BY THE HYDRAULIC ENGINEERING SOCIETY OF CHINA

本 刊 定 價 表

定報處：南京國府路梅園新村五號中國水利工程學會出版委員會

零　售　每冊二角　　合訂本每冊四角

精裝本：一卷至五卷訂為四冊實價十五元正

預　定　半年六冊連郵費一元二角　全年十二冊連郵費二元四角

國外全年起定連郵費三元六角

舊　報　補購二卷至六卷各冊均按定價加倍

本刊廣告刊例

地位 / 等次	特等 底封面之後面	優等 封面內面及對面	上等 圖畫前	普通 正文前後
全頁	四十元	二十四元	二十元	十六元
半頁		十三元	十一元	九元

(一)特等廣告四色彩印由本會代為繪圖不另取資

(二)除特等廣告外其餘均用白紙印月刊正文之本色

(三)如用色紙或其他彩印價目另議

(四)繪圖製版工價另議長期不更換者祇取一次費

(五)長期廣告取費從廉

(六)廣告費先收後登

advertisement rates

POSITION	Rate per insertion FullPage	HalfPage
Outside Back Cover	$ 40.00 Mex	—
Inside Front Cover	24.00 ,,	—
Opposite Inside F't Cover	24.00 ,,	13.00
Opposite Pictorial Page	20.00 ,,	11.00
Ordinary Position	16.00 ,,	19.00

1. Long term insertions are subject to the following rates of discount.
   Full Year (12 insertions) 20 %
   Half Year (6 insertions) 10 %
2. For the outside back cover four colors are allowed with copies and blocks supplied free.
3. For other positions only one color is allowed and blocks are charged according to current price.
4. Special quality of paper may be supplied with additional charges..
5. Payment shall be made before every insertion.

中國水利工程學會章程

第一章　總則

第一條　定名　本會定名爲中國水利工程學會

第二條　宗旨　本會以聯絡水利工程同志研究水利學術促進水利建設爲宗旨

第二章　會員

第三章　本會會員分爲會員仲會員名譽會員機關會員贊助會員五種其資格如左

(一)會員　八年以上之水利及土木工程經驗（其中至少三年以上爲負責工作）經會員二人以上之介紹董事會之通過得爲本會會員

國立省立或教育部立案之私立大學工學院獨立工程學院畢業生認爲三年工程經驗

舊制工業專門學校及新制工業專科學校畢業生認爲二年工程經驗

研究院工程學術研究工作每足一年認爲一年工程經驗

專門工程教授副教授助教每足一年認爲一年工程經驗

負責工作以負責之獨立設計施工爲標準

教授副教授之工作認爲負責工作

不受人指導之研究工作著有成績者認爲負責工作

(二)仲會員　三年以上之水利或土木工程經驗經會員二人以上之介紹董事會之通過得爲本會仲會員仲會員具有會員資格時得正式請求升格由董事會審查核定之

(三)名譽會名　凡對於水利工程學術有特殊貢獻者經董事會之提議及年會之通過得被舉爲本會名譽會員

(四)機關會員　凡有關水利工程之機關學校或團體經會員二人以上之介紹董事會之通過得爲本會機關會員

(五)贊助會員　凡對於本會有特殊贊助者經董事會之通過得被舉爲本會贊助會員

第三章　組織

第四條　本會組織分爲(一)董事會(二)執行部(三)特種委員會(四)分會

第五條　董事會　由會長副會長總幹事及董事六人組之會議時由會長主席

董事任期二年每年改選三人

第六條　執行部　由會長副會長總幹事各一人組織之

第七條　特種委員會　本會爲保管基金發行物刊介紹職業徵求會員及其他事項得由會長指派特種委員會辦理之

第八條　分會　內會員十人以上同處一地者得由董事會之認可組織分會其章程得另訂之但以不與本會會章抵觸者爲限

第四章　職權

第九條　董事會之職權如左

(一)決議執行部所不能解決之重大事務

(二)審查新會員資格并通過之

(三)認可分會之成立

第十條　會長副會長總幹事之職權如左

(一)會長總理本會會務

(二)副會長襄理本會會務會長遇不能到會時其職務由副會長代行之

(三)總幹事處理本會日常事務并掌管一切文書會計事宜

第五章　會費

第十一條　本會會費如左

(一)會員　入會費十元每年會費八元如一次繳足一百元者得永久不收年費

(二)仲會員　入會費五元每年會費四元

(三)機關會員　中央機關國立大學校及全國性質之團體入會費一百五十元常年會費一百五十元市機關學校及全省性質之團體入會費一百元常年會費一百元其他機關或團體入會費五十元常年會費五十元

第十二條　各項會費得由分會代收彙繳總會但會員及仲會員常年會費半數得留充分會經費

第六章　選舉

第十三條　本會每年選舉事務由董事會派司選委員辦理之

第十四條　董事會長副會長總幹事由司選委員提出二倍人數由年會或用通訊方法選舉之

第十五條　名譽會員仲會員機關會員及贊助會員均無被選舉權

第七章　開會

第十六條　年會　本會每年開年會一次其時間及地點由上屆年會議定但必要時得由董事會更改之

第十七條　董事會　常會每月舉行一次臨時會由會長召集之

第八章　附則

第十八條　本會會章得由會員十人以上之提議經年會通過後修改之